

ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIAL Y CATASTRAL DE LA ZONA  
ORIENTE BAJA DE TUNJA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA

TATIANA PAMELA HUERTAS GONZÁLEZ

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2018

ACTUALIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN VIAL Y CATASTRAL DE LA ZONA  
ORIENTE BAJA DE TUNJA UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMACIÓN  
GEOGRÁFICA

TATIANA PAMELA HUERTAS GONZÁLEZ

Proyecto de grado en modalidad de “Practica con Proyección Empresarial” para  
optar el título de Ingeniera Civil

Director:

JORGE LUIS RODRÍGUEZ GONZÁLEZ

Ingeniero Civil

Especialista en Diseño, Construcción y Conservación de Vías

Codirector:

GLORIA ESPERANZA CATÓLICO GONZÁLEZ

Arquitecta

Magister en ordenamiento urbano regional

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

TUNJA

2018

## NOTA DE ACEPTACION

---

---

---

---

---

---

---

---

Presidente del jurado

---

Firma del Jurado

---

Firma del Jurado

Tunja, febrero de 2018

La autoridad científica de la Facultad de ingeniería reside en ella misma, por lo tanto, no responde por las opiniones expresadas en este trabajo de grado.

“Se autoriza su reproducción indicando necesariamente su origen”

## DEDICATORIA

*A Dios, mis padres, mi hermano.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por permitirme llegar a este momento, por darme la salud, la perseverancia, la vida para lograr culminar esta etapa tan importante de mi vida. A mis padres quienes son el motor de mi vida, mis bastones, y las personas que estuvieron conmigo en todo momento, animándome, alentándome y apoyándome, a mi hermanito por ser un pequeño ángel en mi vida.

A la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, alma mater donde recibí las bases, fundamentos y conocimientos para formarme como Ingeniera Civil.

Al Arquitecto Juan Carlos Quevedo y la Arquitecta Gloria Esperanza Católico por la oportunidad de realizar este trabajo en la Alcaldía Mayor de Tunja. A los ingenieros contratistas quienes guiaron todo el proceso del trabajo, al grupo de pasantes de la UPTC gracias a los cuales el trabajo pudo llegar a su correspondiente fin.

A todas las personas que de una u otra manera contribuyeron al trabajo de la práctica de proyección empresarial y a la formación del pregrado.

## **RESUMEN**

Debido a la cantidad de vías existentes en el país y la falta de información que tienen las entidades responsables sobre las mismas, el Ministerio de Transporte por medio de la Ley 1228 del 2008 crea el SINC Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras esto con el fin de conformar el inventario de las vías del país, cada municipio está en la obligación de reportar la información al SINC con un primer plazo establecido al 20 de diciembre del 2016 y posteriormente prolongado a abril del 2018.

En orden de dar cumplimiento a esta Ley la Alcaldía Mayor de Tunja se ve en la necesidad de reportar la información al SINC, el presente trabajo se enfocó en la zona oriente baja de la ciudad de Tunja y en la ruta 55 que atraviesa la ciudad de sur a norte, cumpliendo las exigencias establecidas en la resolución 1067 del 2015 del Ministerio de Transporte y otras adicionales dadas por la Oficina del Asesor de Planeación. El trabajo se realizó con dos receptores GNSS el Mapper 50 y el Mapper 10, el software utilizado para el procesamiento de los datos crudos fue ArcGIS, y como programas suplementarios está el MobileMapper Office y Excel. Un insumo entregado por parte de la Alcaldía y base para el trabajo de campo fue un shapefile de una malla vial proyectada de la ciudad de Tunja.

El producto final es un inventario vial que está conformado por las vías existentes en el sector oriente bajo de la ciudad de Tunja y la ruta 55, con los lineamientos principalmente acordados, este trabajo se entregó a la oficina del asesor de planeación en la Alcaldía mayor de Tunja.

La evaluación de la accidentalidad en la ciudad de Tunja se trabajará con información de una base de datos de accidentalidad para el 2017 en formato EXCEL, datos suministrados por la Secretaria de Tránsito y Transporte de la ciudad de Tunja entregada por medio de la Alcaldía para el objetivo de la presente pasantía.

## **ABSTRACT**

Due to the number of existing roads in the country and the lack of information held by the entities responsible for them, the Ministry of Transportation through Law 1228 of 2008 creates the National Comprehensive Information System of Roads SINC this in order to compile the inventory of the country's roads, each municipality is obliged to report the information to the SINC with a first deadline established on December 20, 2016 and subsequently extended to April 2018.

In order to comply with this, the Mayor's Office of Tunja sees the need to report the information to the SINC, this work focused on the lower east of the city of Tunja and on route 55 that runs through the city from south to north, complying with the requirements established in Resolution 1067 of 2015 of the Ministry of Transportation and other requirements given by the Office of the Planning Advisor. The work was done with two GNSS receivers, the Mapper 50 and the Mapper 10, the software used for processing the raw data was ArcGIS, and the supplementary programs are the MobileMapper Office and Excel. An input delivered by the Mayor and base for field work was a shapefile of a projected road network of the city of Tunja.

The final product is a road inventory that is made up of the existing roads in the eastern low sector of the city of Tunja and the route 55, with the guidelines mainly agreed, this work was delivered to the office of the planning advisor in the mayor's office of Tunja.

The assessment of the accident rate in the city of Tunja will be worked with information from a database of accidents for 2017 in EXCEL format, data are given for the Transit and Transportation Secretariat of the city of Tunja delivered by the Mayor's Office for the objective of the present internship.



## TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN.....	17
2. JUSTIFICACIÓN.....	18
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO .....	19
3.1 OBJETIVOS.....	19
3.2.1.1 OBJETIVO GENERAL: .....	19
3.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:.....	19
3.2 ALCANCE DEL TRABAJO .....	19
3.3 LOCALIZACIÓN .....	20
3.2.1 TRABAJO DE CAMPO: .....	20
3.2.2 TRABAJO DE OFICINA:.....	23
4. MARCO TEÓRICO .....	24
4.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL DE CARRETERAS (SINC) ...	24
4.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS .....	27
4.2 PLAN DE ORDENAMIENTO (POT) .....	27
4.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA .....	28
4.3.1 COMPONENTES DE UN SIG .....	29
4.3.2 PROCESOS DE UN SIG .....	29
4.3.3 FUNCIONES DE UN SIG .....	30
4.3.4 APLICACIONES DE UN SIG .....	32
4.3.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE TUNJA.....	33
4.4 SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATELITE GNSS .....	34
4.4.1 SEGMENTOS DEL GNSS.....	36
4.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GNSS .....	38
4.4.3 RECEPTORES GNSS UTILIZADOS EN LA PRÁCTICA DE PROYECCIÓN EMPRESARIAL .....	39
4.5 INVENTARIO CATASTRAL.....	40
4.5.1 ESTADO DEL ARTE INVENTARIO CATASTRAL.....	41

4.5.2	ACCIDENTALIDAD EN TUNJA .....	43
5.	METODOLOGÍA .....	45
5.1	METODOLOGÍA ACTUALIZACION INVENTARIO VIAL Y CATASTRAL.....	45
5.1.1	FASE I (RECONOCIMIENTO DE BASES TEÓRICAS MÍNIMAS): .....	45
5.1.2	FASE II (RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO): .....	49
5.1.3	FASE III (TRABAJO DE OFICINA Y ANÁLISIS DE DATOS) .....	53
5.2	METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE TUNJA.....	55
6.	RESULTADOS Y ANÁLISIS .....	56
6.1	GEOREFERENCIACIÓN RUTA 55 DE LA CIUDAD DE TUNJA.....	56
6.2	GEORREFERENCIACIÓN ZONA ORIENTE BAJA DE LA CIUDAD DE TUNJA .....	59
6.2.1	ESTADO DE LAS VÍAS ZONA ORIENTE BAJA DE LA CIUDAD DE TUNJA .....	63
6.3	EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE TUNJA...	68
6.3.1	ACCIDENTALIDAD MES DE ENERO DE 2017 .....	69
6.3.2	ACCIDENTALIDAD MES DE FEBRERO DE 2017 .....	70
6.3.3	ACCIDENTALIDAD MES DE MARZO DE 2017 .....	71
6.3.4	ACCIDENTALIDAD MES DE ABRIL DE 2017.....	72
6.3.5	ACCIDENTALIDAD MES DE MAYO DE 2017 .....	73
6.3.6	ACCIDENTALIDAD MES DE JUNIO 2017 .....	74
6.3.7	ACCIDENTALIDAD MES DE JULIO 2017 .....	75
7.	CONCLUSIONES .....	83
8.	RECOMENDACIONES.....	84
	BIBLIOGRAFIA.....	85

## LISTA DE TABLAS

Pág.

Tabla 1 Archivos a reportar - Metodología general para reportar la información que conforma el SINC.....	25
Tabla 2 Archivos a reportar - Metodología general para reportar la información que conforma el SINC.....	26
Tabla 3 Funcionalidades básicas de los SIG .....	32
Tabla 4 Segmentos de GNSS.....	36
Tabla 5 Atributos capa Paramentos.....	46
Tabla 6 Atributos capa Paramentos.....	47
Tabla 7 Información Adicional.....	48
Tabla 8 Reuniones.....	48
Tabla 9 Reuniones.....	49
Tabla 10 Revisión Espacial prueba piloto .....	51
Tabla 11 Revisión Espacial prueba piloto .....	52
Tabla 12 Porcentajes de información modalidad de accidentalidad enero a julio 2017 .....	79
Tabla 13 "Arma" o medio de accidentalidad enero a julio 2017 .....	79

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Pág.
Ilustración 1 Ruta 55 .....	21
Ilustración 2 Barrios y vías Zona Oriental Baja Tunja .....	22
Ilustración 3 Zona Oriental Baja de Tunja .....	23
Ilustración 4 Funciones de análisis de SIG .....	31
Ilustración 5 Constelación de satélites GPS .....	35
Ilustración 6 GNSS representación en la actualidad .....	36
Ilustración 7 Representación funcionamiento del GNSS .....	39
Ilustración 8 Evidencia fotográfica trabajo de campo ancho berma .....	50
Ilustración 9 Evidencia fotográfica trabajo de campo - sección transversal .....	51
Ilustración 10 Metodología Fase II y Fase III .....	55
Ilustración 11 Capas en Ruta 55.....	58
Ilustración 12 Capas y predial Zona Oriente Bajo ciudad de Tunja .....	63
Ilustración 13 Mapa tipo superficie calzada Zona Oriente Baja ciudad de Tunja ...	64
Ilustración 14 Porcentaje tipo de superficie de calzada .....	65
Ilustración 15 Estado de las vías Zona Oriente Baja .....	66
Ilustración 16 Tipo de daño flexible.....	66
Ilustración 17 Tipo daño rígido.....	67
Ilustración 18 Tipo Daño Afirmado.....	67
Ilustración 19 Accidentalidad Enero a Julio 2017.....	69
Ilustración 20 Lugar de accidentalidad - enero .....	70
Ilustración 21 Armas lesión - febrero .....	71
Ilustración 22 Causas lesiones accidentes – marzo .....	72
Ilustración 23 Gravedad accidentes – abril .....	73
Ilustración 24 Modalidad accidente de tránsito - mayo .....	74
Ilustración 25 Genero victimas – junio .....	75

Ilustración 26 Rango de edad víctimas, ocupación – Julio .....	76
Ilustración 27 Zona de Ocurrencia accidentes de enero a julio de 2017 .....	77
Ilustración 28 Lugar accidentes zona rural Tunja enero a julio 2017 .....	77
Ilustración 29 Barrios accidentes zona urbana de Tunja enero a julio 2017 .....	78

## LISTA DE ANEXOS

	Ref.
ANEXO A. Base de datos de Accidentalidad	CD
ANEXO B. Mapa general Ruta 55 de la ciudad de Tunja	CD
ANEXO C. Malla vial georreferenciada de la zona Oriente Baja de la ciudad de Tunja	CD
ANEXO D. Resolución 1067 de 2015	CD
ANEXO E. GEODATABASE de la Ruta 55	CD
ANEXO F. GEODATABASE Zona Oriental Baja de Tunja	CD
ANEXO G. Mapa de las calles no existentes	CD
ANEXO H. Registro fotográfico	CD
ANEXO I. Mapa Accidentalidad en Tunja enero a julio 2017	CD

## LISTA DE ACRONIMOS

**Pág.**

### **D**

DNP	
Departamento Nacional de Planeación	40

### **G**

GNSS	7, 17, 27, 32, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 72
Global Navigation Satellite System	7, 8

### **M**

MEPOT	
Modificación Excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial	15, 16, 17

### **P**

POT	
Plan de Ordenamiento Territorial	15, 16, 17, 18, 19, 25, 26, 31, 41, 43, 45

### **S**

SINC	7, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24, 25, 26, 43
Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras	7, 8

### **T**

TUSIG	
Plataforma virtual Tunja	17, 19, 31

### **U**

UPTC	
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	48, 51

## GLOSARIO

- **Dato geográfico:** Representación simbólica de variables bien sea cualitativas o cuantitativas de un territorio, asociado siempre a un sistema de referencia establecido.
- **Mapa temático:** representación de información espacial georreferenciada de distintas fuentes, y enfocada en un contexto requerido bien sea de vulnerabilidad, zonas afectadas a x fenómeno, posibles ocurrencias.
- **MEPOT:** Modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad de Tunja, trabajo de actualización al POT que viene adelantando la Oficina del Asesor de Planeación.
- **Sistema de Información Geográfica (SIG):** Composición de tecnologías, datos geográficos, y personal capacitado para análisis, almacenamiento y producción de información geográfica de fácil acceso y que dé respuesta a incógnitas o requerimientos establecidos.
- **Sistema de Referencia:** Parámetros que definen un sistema de coordenadas definidos por ejes referenciados.
- **SINC:** Acrónimo para Sistema Integral Nacional de Carreteras, creado por el Ministerio de Transporte mediante la Ley 1228 del 2008 expedida por el Senado de la República de Colombia.
- **Software SIG:** Herramientas diseñadas para almacenar, administrar, analizar, estructurar y procesar datos y productos geográficos, como ArcGIS, QGIS, SAGA GIS, gv, GIS, etc.



## 1. INTRODUCCIÓN

El presente trabajo titulado “Actualización de la información vial y catastral de la zona oriente baja de la ciudad de Tunja utilizando Sistemas de Información Geográfica” contiene la información recolectada y procesada para la Alcaldía Mayor de Tunja, se incluyen atributos como: Tramo vía, berma, sección transversal, separador, tipo terreno, puentes, muros, intersección, sitio crítico de accidentalidad, sitio crítico de inestabilidad, señal horizontal, señal vertical, daño flexible, daño rígido, daño afirmado, cuneta, paramentos en general de las vías georreferenciadas; todo ello obedece a la utilidad de éstos datos para la actualización del POT (Plan de Ordenamiento Territorial), además de reportar esta información al SINC del Ministerio de Transporte.

Se expone la metodología utilizada para el registro y adecuación de la información necesaria para la actualización del inventario vial además del paramento correspondiente a los predios aledaños a las vías, su uso predial y estrato. Por medio del software ArcGIS se da cumplimiento a las exigencias del Ministerio de Transporte en base a los lineamientos expuestos en la resolución 1067 del 2015.

Los datos resultantes del trabajo de la práctica de proyección empresarial se presentarán organizados en una geodatabase, esta información deberá ser útil para su posterior adicción a las plataformas de la alcaldía (MEPOT) y del estado en general (SINC).

La evaluación de la accidentalidad de la ciudad de Tunja se presenta en este trabajo como un análisis en función de información secundaria suministrada por la Alcaldía de Tunja, se consideran factores como la localización de los accidentes, gravedad, víctimas, vehículos y modalidad de los accidentes.

## **2. JUSTIFICACIÓN**

Este proyecto surge de la necesidad de cumplir con los requerimientos expuestos por el Ministerio de Transporte en la resolución 1067 del 2015 y la ley 1228 del 2008 para reportar la información vial al SINC, además la Oficina del asesor de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja está adelantando la actualización del POT, por lo tanto, la información recolectada en este proyecto es de bastante utilidad.

Los datos procesados para este trabajo estarán a disposición de toda la comunidad que los requiera una vez sean aprobados y cargados en las páginas de la Alcaldía como MEPOT y TUSIG; cuando sean avalados por el Ministerio de Transporte pasarán a estar en la plataforma del SINC.

Se trabajó por medio de receptores GNSS debido a su simplificación a la hora de realizar el levantamiento de georreferenciación de las vías ya que, al trabajar con estación total, por ejemplo, se requiere por lo menos el doble de tiempo que con los GPS, gracias a que la Alcaldía Mayor de Tunja cuenta con licencia del programa ArcGIS fue posible el postproceso de los datos en este software, teniendo en cuenta que durante el trascurso del pregrado de Ingeniería Civil en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia se impartieron conocimientos de manejo de datos con software como ArcGIS es posible afianzar y reforzar estos conocimientos además de aplicarlos a una entidad de servicio público como lo es la Alcaldía Mayor de Tunja.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **3.1 OBJETIVOS**

##### **3.2.1.1 OBJETIVO GENERAL:**

Brindar asistencia técnica en la recopilación de información georreferenciada en la zona oriente baja de la ciudad de Tunja siguiendo lineamientos nacionales con destino a la actualización del POT.

##### **3.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Realizar levantamientos detallados utilizando receptores del Sistema de Posicionamiento Global en la zona oriente baja de Tunja conforme a la metodología de la Resolución 1067 de 2015 incluyendo la toma de datos de parámetros.
- Estructurar una base de datos georreferenciada de la malla vial y de la información catastral según lo requerido por la Oficina de Planeación de Tunja utilizando los lineamientos establecida en la Resolución 1067 de 2015.
- Evaluar la accidentalidad presentada en la zona oriente bajo de Tunja en base a la información suministrada por la secretaría de Transito.

#### **3.2 ALCANCE DEL TRABAJO**

El trabajo que se realizó en la Alcaldía Mayor de Tunja durante los meses de agosto a diciembre consistió básicamente en el apoyo a la Oficina del Asesor de Planeación a obtener la información necesaria para la actualización y sistematización de los trámites que se realizan por medio de los códigos prediales, incluyendo los lineamientos de la Metodología General para reportar la Información del SINC según lo estipulado en la Resolución 1067 de 2015, por lo tanto, para ahorrar recursos se hace necesario levantar la información de ambos requerimientos al mismo tiempo. Así mismo la evaluación de la accidentalidad que se presenta en la zona oriente

bajo de la ciudad de Tunja esto en base a la información suministrada por la secretaria de Transito de Tunja.

Se entregó la información vial y de paramentos del sector oriente bajo de la ciudad de Tunja en formato SHAPEFILE a la Oficina del Asesor de Planeación, esto con el fin de estructurar la geodatabase con la información del restante de la ciudad y vincularlo mediante el código predial (Shapefile de paramentos) a la plataforma TUSIG, además de su futuro uso en proyectos como la actualización del POT, el cambio de nomenclatura de la ciudad y por supuesto su entrega al SINC.

En cuanto a la evaluación de la accidentalidad en la zona oriente bajo de la ciudad de Tunja este proceso se realizará analizando una base de datos entregada por la Secretaría de Tránsito y Transporte de Tunja a la Alcaldía Mayor de Tunja.

### **3.3 LOCALIZACIÓN**

El presente proyecto se realizó a partir de las actividades de:

#### **3.2.1 TRABAJO DE CAMPO:**

Consiste en el levantamiento georreferenciado por medio de equipos GNSS recolectando la información requerida según los lineamientos del SINC y de la oficina de Planeación.

- Ruta 55: Fue la parte inicial del proyecto, conocida como “prueba piloto” la Ruta 55 o Avenida Sur-Oriental-Norte comprendida desde la vereda “Chorro Blanco” hasta los límites con el municipio de Combita, con una longitud de 14 km, un ancho de calzada promedio de 6,9m, el tipo de superficie es pavimento asfáltico.

Ilustración 1 Ruta 55



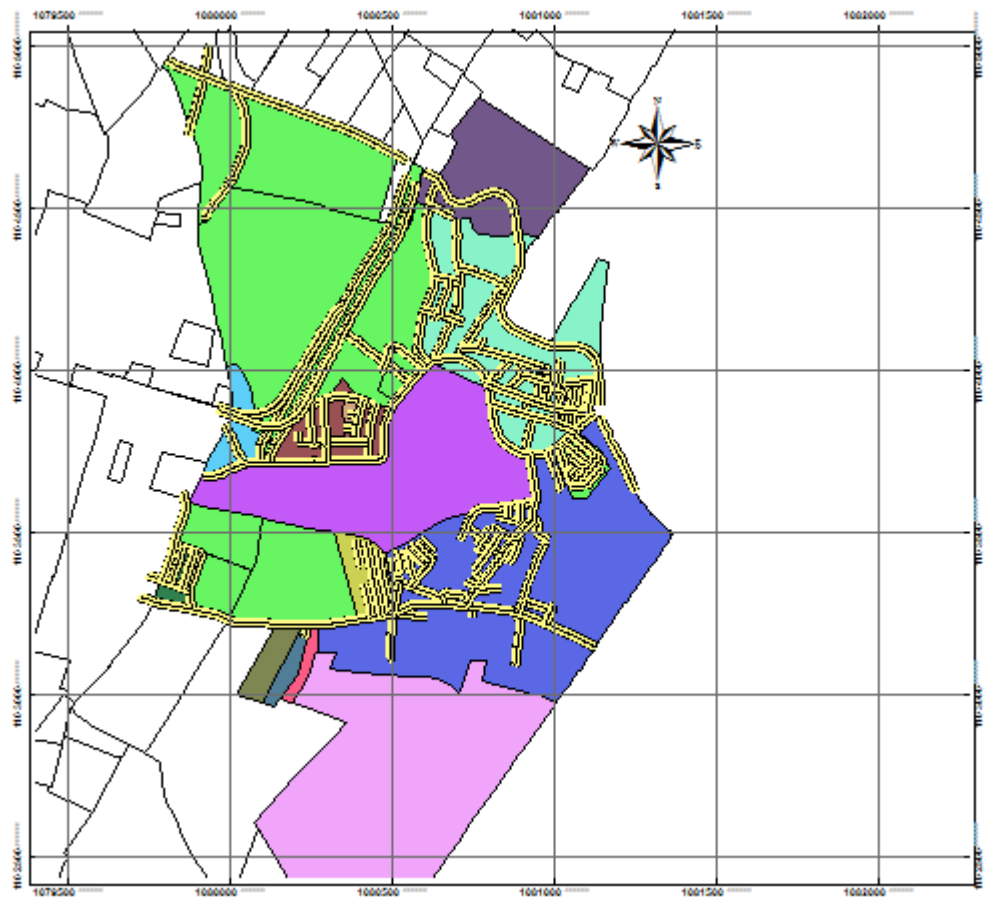
Fuente: Elaboración propia

- Zona Oriente baja de la ciudad de Tunja: Para los efectos de este trabajo se define la zona oriente bajo de la ciudad como un tramo de 21,5 km, el tipo de superficie de calzada varía en cada una de las carreteras, comprende vías de los barrios:
  - Rincón de la Pradera
  - Sauce de la Pradera
  - Casa del Gobernador
  - Ciudadela Comfaboy
  - Olimpica
  - El Dorado
  - Urbanización Monseñor de Baracaldo
  - Curubal
  - Batallón
  - Fuente Higuera

- Los Lanceros
- Villa María
- Torres de Rivar
- Prados de Alcalá
- El Rodeo
- Patriotas
- Manzanare

Los barrios y la zona oriental baja de la ciudad de Tunja se relacionan en la Ilustración 2.

Ilustración 2 Barrios y vías Zona Oriental Baja Tunja



*Fuente: Elaboración Propia.*

Ilustración 3 Zona Oriental Baja de Tunja



*Fuente: Google Earth*

### **3.2.2 TRABAJO DE OFICINA:**

Se realizó principalmente en la Oficina de Asesor de Planeación y consistió en el postproceso de los datos recolectados en campo, la adecuación de los distintos atributos por medio del Software ArcGIS y de Excel, todo en función de la Resolución 1067 de 2015 expedida por el Ministerio de Transporte.

## **4. MARCO TEÓRICO**

### **4.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN NACIONAL DE CARRETERAS (SINC)**

El sistema de información nacional de carreteras SINC es un sistema de información vial que se creó por medio de la Ley 1228 del 2008 y ha sido modificada periódicamente mediante tres resoluciones expedidas por el Ministerio de Transporte:

- Resolución 1860 de 2013
- Resolución 1067 de 2015
- Resolución 5574 de 2016

De acuerdo con lo estipulado en la Ley 1228 del 2008 del Senado de la Republica de Colombia:

“Créase el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras "SINC" como un sistema público de información único nacional conformado por toda la información correspondiente a las carreteras a cargo de la Nación, de los departamentos, los municipios y los distritos especiales y que conformarán el inventario nacional de carreteras. En este sistema se registrarán cada una de las carreteras existentes identificadas por su categoría, ubicación, especificaciones, extensión, puentes, poblaciones que sirven, estado de las mismas, proyectos nuevos, intervenciones futuras y demás información que determine la entidad administradora del sistema.”<sup>1</sup>

En los cuatro párrafos que contiene el artículo 10 de la ley 1228 del 2008 se especifica que el sistema será administrado por el Ministerio de Transporte, y si bien la información será administrada por los municipios, distritos especiales, o departamentos el Ministerio será el encargado de evaluar la veracidad de la información reportada, en los distintos plazos establecidos según la categoría de las vías, el retraso en la entrega de información se considera una falta grave causal de sanción en los términos del Código Disciplinario Único y en cuanto el sistema empiece a funcionar será de obligatoria consulta para curadores y autoridades urbanísticas, empresas prestadoras de servicios públicos .

---

<sup>1</sup> COLOMBIA. SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 (16, julio, 2008). Artículo 10. Por la cual se determinan las fajas mínimas de retiro obligatorio o áreas de exclusión, para las carreteras del sistema vial nacional, se crea el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2008, No. 47052.



Según el artículo 10 de la Ley 1228 del 2008 expedido por el Senado de la Republica los proveedores de Datos del SINC serán:

- Entidades administradoras de la red vial adscritas al Ministerio de Transporte: INVIAS, ANI.
- Departamentos: La obligación de reportar la información al SINC recae en el Gobernador, este tiene la autonomía de designar y planificar la recolección de información vial.
- Municipios: Gracias a su autonomía administrativa el alcalde quien será el obligado a reportar la información al SINC está en libertad de designar la respectiva recolección de los datos.
- Distritos: Al igual que en el ítem anterior la responsabilidad de reportar la información recae en el Alcalde Mayor del Distrito Capital.

En la Resolución 1860 de 2013 expedida por el Ministerio de Transporte se presenta la Metodología General para reportar la información que conforma el Sistema Integral Nacional de Información de Carreteras SINC esto con el fin de obtener datos precisos, conforme a unos lineamientos establecidos, el Manual establece términos, modificaciones, archivos a reportar, una guía de consulta para el uso de información del SINC, las especificaciones cartográficas y formatos de entrega de la información, en resumen se presenta en la tabla 1 los archivos a reportar dictados en base a esta resolución.

Tabla 1 Archivos a reportar - Metodología general para reportar la información que conforma el SINC

<b>ATRIBUTO</b>	<b>TIPO DE GEOMETRÍA</b>
01_TRAMOVIA	MultiLineString
02_BERMA	MultiLineString
03_SECCIONTRANSVERSAL	MultiLineString
04_SEPARADOR	MultiLineString
05_TIPOTERRENO	MultiLineString
06_PUENTE	MultiLineString
07_MURO	MultiLineString
08_TUNEL	MultiLineString
09_ESTACIONPESAJE	MultiPoint
10_INTERSECCION	MultiPoint

*Fuente: Elaboración Propia*

Tabla 2 Archivos a reportar - Metodología general para reportar la información que conforma el SINC

ATRIBUTO	TIPO DE GEOMETRÍA
11_PEAJE	MultiPoint
12_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD	MultiLineString
13_SITIOCRITICOINESTABILIDAD	MultiLineString
14_SENALHORIZONTAL	MultiLineString
15_SENALVERTICAL	MultiPoint
16_DANOFLEXIBLE	MultiLineString
17_DANORIGIDO	MultiLineString
18_DANOAFIRMADO	MultiLineString

*Fuente: Elaboración Propia*

Las fuentes de información expuestas en la metodología de reporte de información al SINC depende de la naturaleza y la capacidad tecnológica de cada entidad, presenta una lista de posibles fuentes de información, pero lo que si aclara es que la información tiene que cumplir con todos los lineamientos de la resolución 1860 del 2013, si no cumplen deben procesarse y modificarse para lograr estructurar la base de datos a cabalidad. En cuanto a la temporalidad de entregas en el numeral 6.6 dicta que las entidades que deben reportar información al SINC como lo son departamentos, municipios y distritos deberán entregar los datos para alimentar el sistema el 29 de diciembre del 2014.

La resolución 1067 del 2015 modifica la resolución 1860 del 2013 dictando que el SINC entrará en operación una vez se cuente con la totalidad (100%) de los datos que estructurarán la capa 01\_TRAMOVIA, ya que la resolución anterior dictaba que el SINC entraría en operación 6 meses después contados a partir de la expedición de la resolución (23 de mayo del 2013), otro cambio que presenta la resolución es en cuanto al formato de entrega de las capas ya que en la resolución 1860 del 2013 el tipo de geometría era MultiLineString y MultiPoint, en la resolución 1067 de 2015 el tipo de geometría es LineString y Point, la diferencia entre estos dos tipo de geometría radica en que el tipo LineString consiste en una línea con n cantidad de vértices, el tipo MultiLineString tiene de una a n LineString. También se dicta que el plazo para reporte por primera vez de la información el 20 de diciembre del 2016.

La siguiente resolución que está presente dentro del marco Legal del SINC es la 5574 del 20 de diciembre del 2016 expedida por el Ministerio de Transporte se prorroga el plazo establecido en la Resolución 1067 de 2015 al 30 de abril de 2018,

el resto de los términos y artículos dictados por las resoluciones anteriores continúan vigentes.

#### **4.1.1 CLASIFICACIÓN DE LAS VÍAS**

En función de la resolución 1860 del 2013 según o expuesto en la Metodología General para reportar información al SINC se tienen dos clasificaciones de vías.

- Clasificación según la entidad que tiene la vía a su cargo: vías a cargo de la nación (INVIAS, ANI), vías a cargo del departamento, vías a cargo de los municipios y distritos. Esta clasificación no depende de criterios técnicos.
- Clasificación según la categoría: Primer orden (arteriales), segundo orden (intermunicipales), tercer orden (veredales). Esta clasificación si depende de los criterios técnicos descritos en la Resolución 1530 de 2017 del Ministerio de Transporte.

#### **4.2 PLAN DE ORDENAMIENTO (POT)**

La necesidad de tener una herramienta de planeación que sirva para mejorar la sostenibilidad y desarrollo territorial de los municipios o distritos, según la ley 0388 de 1997 El plan de ordenamiento territorial que los municipios y distritos deberán adoptar en aplicación de la presente ley, al cual se refiere el artículo 41 de la Ley 152 de 1994, es el instrumento básico para desarrollar el proceso de ordenamiento del territorio municipal. Se define como el conjunto de objetivos, directrices, políticas, estrategias, metas, programas, actuaciones y normas adoptadas para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo. Los planes de ordenamiento del territorio se denominarán:

- a) Planes de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los distritos y municipios con población superior a los 100.000 habitantes;
- b) Planes básicos de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población entre 30.000 y 100.000 habitantes;
- c) Esquemas de ordenamiento territorial: elaborados y adoptados por las autoridades de los municipios con población inferior a los 30.000 habitantes.<sup>2</sup>

---

<sup>2</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE COLOMBIA. Ley 388 (18, julio, 1997). Artículo 9. Por la cual se modifica la Ley 9 de 1989, y la Ley 2 de 1991 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1997. No. 43

Para el caso de la ciudad de Tunja que tiene 191.878 habitantes se tiene un Plan de Ordenamiento Territorial adoptado el 31 de mayo del 2001 mediante el Acuerdo Municipal 0014 del 2001. Con este POT se busca que la ciudad siga creciendo de una manera organizada, que se destinen y gestionen los recursos para mejorar sectores como la salud, educación, turismo, la planeación urbanística es fundamental y por eso desde la Oficina del Asesor de Planeación en la Alcaldía Mayor de Tunja se ha venido adelantando una revisión y actualización del POT, esto debido a que la ley 388 de 1997 establece que se deben actualizar, modificar o ajustar los contenidos y normas de manera que se logre alcanzar efectivamente la adecuación de un modelo territorial adoptado por el municipio.

En el artículo 11 de la ley 1228 del 2008 expedida por el Senado de la Republica de Colombia se recalca que el uso de la información del SINC debe incorporarse a los Planes de Ordenamiento Territorial y que debe ser adoptado en cada uno de los municipios del país.

### **4.3 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA**

Los sistemas de información geográfica SIG representaron en un inicio una herramienta netamente cartográfica, usada únicamente por cartógrafos y geógrafos, pero con el paso del tiempo la evolución tanto como en tecnología como el amplio ámbito en el cual los SIG son utilizados hoy en día, diferentes ciencias y ramas aportan día a día para su desarrollo y para que sea accesible a todo el mundo.

“Un SIG se define como un conjunto de métodos, herramientas y datos que están diseñados para actuar coordinada y lógicamente en la captura, almacenamiento, análisis, transformación y presentación de toda la información geográfica y sus atributos, con el fin de satisfacer múltiples propósitos. Los SIG's son una tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, que surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y contestar a preguntas de modo inmediato.”<sup>3</sup>

Debido a la amplia gama de aplicaciones de los SIG es posible confundir la participación de este en los procesos tecnológicos e informáticos, los conocimientos básicos para emplear los SIG se dividen en Ciencia computacional, conceptos espaciales y áreas de aplicación.

---

<sup>3</sup> MAGUIRE, DJ. AN OVERVIEW AND DEFINITION OF GIS. 2010. Disponible en [http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1\\_ch1.pdf](http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch1.pdf)

#### **4.3.1 COMPONENTES DE UN SIG**

En función de la complejidad de los sistemas de información geográfica, su implementación en una organización es una labor que requiere de análisis y estudios para determinar si se cuenta con los requerimientos para su adecuación, los datos que utiliza y los procesos de futuras actualizaciones. Los componentes de los SIG son:

- **Tecnología:** Fundamental y necesario cuando se refiere a SIG ya que estos están presentes en una amplia gama de computadores, individuales o en red, hardware o equipos además del software necesario para programar, almacenar y analizar la información geográfica a procesar.
- **Datos:** Sin información no hay SIG, los datos el componente base de procesamiento y es necesario que los datos sean buenos, la información producida solo tiene el valor de los datos de entrada, los datos geográficos o alfanuméricos pueden obtenerse por medio de equipos GPS, GNSS. Los datos explican sobre tres características las espaciales, atributivas o descriptivas y las topológicas.
- **Recurso humano:** Es necesario contar con personal que entienda y conozca cómo manejar el sistema, procesar la información y generar los productos necesarios. Debe tener capacitación en geodesia, geografía, topografía, fotogrametría, cartografía, bases de datos, análisis de sistemas, análisis funcional, programación, GPS, y demás.
- **Métodos:** Los modelos y sistematización de actividades, procesos desde la recolección de la información, la implementación en el sistema, el proceso de los datos para así obtener correctamente los productos necesarios requiere de una planificación, organización y supervisión de los procesos.

#### **4.3.2 PROCESOS DE UN SIG**

Se puede resumir el proceso de un SIG en: Entrada de datos, almacenamiento, procesamiento, análisis y productos finales. En cuanto a la entrada de datos si estos datos no son digitalizados en algún formato compatible no es posible su análisis, gracias a los sensores remotos, GPS, topografía digital, fotogrametría, drones, es posible sistematizar este proceso y lograr un formato de datos adecuado para el ingreso de información a un SIG, para el almacenamiento debe comprenderse que los datos espaciales se organizan y estructuran dentro del SIG, una vez los datos

cumplan con los requerimientos del SIG, primero se procederá a eliminar posibles errores actualizar los datos o sea la edición y luego mediante técnicas analíticas se dará respuesta a las preguntas o requerimientos del usuario. La generación de productos requeridos se refiere a la exposición o representación de los datos generados empleando también tablas con distintos atributos, mapas temáticos, informes, bien sea de manera análoga, impresos, o en medio digital.

#### **4.3.3 FUNCIONES DE UN SIG**

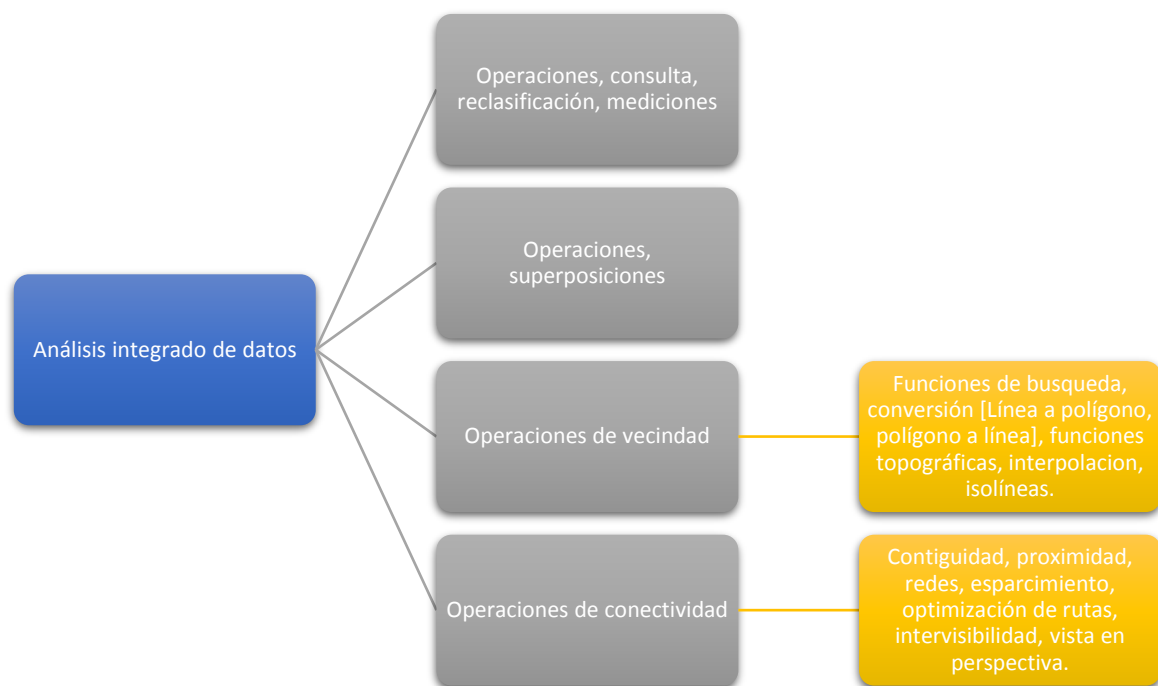
- “Mantenimiento y análisis de datos espaciales: Transformación de formatos, geometrías, proyecciones, edición de elementos gráficos, generalización de coordenadas.
- Mantenimiento y análisis de datos no espaciales: Funciones de edición de atributos, funciones de consulta.
- Análisis integrado de datos: Recuperación, clasificación, medición, superposición, búsqueda, funciones topográficas, polígonos de Thiessen, interpolación, medición de contigüidad, proximidad, redes, dispersión, intervisibilidad, iluminación, vista en perspectiva.
- Formatos de salida: ilustración de mapas, rótulos, textos, patrones texturales, símbolos gráficos.”<sup>4</sup>

Los Sistemas de Información Geográfica permite dar respuesta a interrogantes precisos, cuestiones como localización de objetos, modelaciones a futuro para determinar posibles consecuencias en función de diferentes causas; los análisis multitemporales sirven para analizar un evento en distintas épocas, para poder identificar que ha cambiado en el tiempo, cuanto ha disminuido o aumentado cierto fenómeno o cobertura, para vías o rutas se puede consultar de manera general en función de variables de importancia que vía es más óptima, corta, rápida, en resumen en los SIG se puede hacer consultas de información disponible y relaciones entre la misma.

---

<sup>4</sup> Instituto del Mar del Perú – IMARPE. Introducción a los Sistemas de Información Geográfica. 2007. Disponible desde Internet: <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.html>

#### Ilustración 4 Funciones de análisis de SIG



*Fuente: IGAC, Oficina CIAF.*

En la Tabla 3 se muestran las funcionalidades de los SIG de una manera resumida y entendible, además de sistemática siguiendo el paso a paso.

Tabla 3 Funcionalidades básicas de los SIG

Funcionalidades	Descripción
Entrada de datos espaciales	Entrada de datos: uso de datos existentes o la creación de nuevos datos. Edición de datos. Transformación geométrica. Proyección y reproyección.
Administración de los atributos de los datos.	Entrada y verificación de los datos. Administración de la base de datos.
Despliegue de los datos.	Uso de mapas, cartas y tablas.
Exploración de los datos.	Consultas a los atributos de los datos. Consultas a los datos espaciales. Visualización geográfica.
Análisis de datos.	Análisis de los datos vector: buffer, superposición, distancia. Análisis de los datos raster: análisis de vecindad. Mapeo y análisis de terreno. Interpolación espacial. Análisis de redes.
Modelamiento SIG.	Modelos binarios. Modelos indexados. Modelos de regresión. Modelos de procedimiento.

Fuente: IGAC, Oficina CIAF.

#### 4.3.4 APLICACIONES DE UN SIG

Los SIG son bastante usados y apetecidos por su amplia variedad de aplicaciones, el principal atractivo es su capacidad de modelación y representaciones del mundo real plasmado en mapas temáticos, en cuanto a la cartografía la actualización de cartografía básica o análoga por una digital, de fácil acceso y edición esto llega a ser muy útil en el ámbito municipal, departamental y sobre todo de planeación y organización, la administración de solución de necesidades básicas como servicios públicos hablese de acueducto, alcantarillado, energía, teléfono; ya más centrados en este proyecto de practica con proyección empresarial el tema de inventarios y avalúos de predios. Para el proceso de gestión del riesgo en lo que tiene que ver con inundaciones, terremotos, incendios, y distintos fenómenos naturales y la evaluación de áreas de riesgo, modelamientos para determinar y prevenir la



susceptibilidad y vulnerabilidad de zonas propensas a sufrir catástrofes y de esta manera prevenir y generar planes de contingencia para futuros eventos.

En cuanto a estratificación socioeconómica, regulación del uso de tierra, control ambiental, procesos agrícolas, inventarios de equipamiento social, formulación y evaluación de planes de desarrollo social y económico o en otras palabras gestión territorial un ejemplo de la aplicación de los SIG se presenta en la Oficina del Asesor de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja donde se adelanta la evaluación y actualización del POT y la herramienta principal para esta labor son los SIG.

Otra aplicación es el uso de los SIG en topografía, planimetría, generación de modelos de elevación digitales, y así mismo la cartografía digital en 3D cabe resaltar que la calidad de estas aplicaciones y usos radica en que la información de entrada a los SIG sea verídica y útil; en general un SIG permite convertir datos espaciales en digitales permitiendo que sean de fácil edición, análisis, manipulación, y reproducción.

#### **4.3.5 SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA DE TUNJA**

La ciudad de Tunja cuenta con una plataforma que es de libre acceso llamada TUSIG (Sistema de información geográfica de Tunja), es un visor disponible en el siguiente enlace: [http://186.116.13.48:81/pmapper/map\\_default.phtml](http://186.116.13.48:81/pmapper/map_default.phtml).

Esta aplicación contiene los distintos niveles de información que componen el POT de Tunja, con escala ajustable el mapa interactivo de la ciudad, los Tunjanos tienen acceso a información como:

- Límites urbanos
- Humedales
- Doble calzada
- Vías férreas
- Vías rurales
- Viviendas rurales
- Predios
- Toponimia
- Curvas de nivel
- Barrios
- Zonas homogéneas físicas
- Mapa de clasificación de suelo

- Mapa suelos de protección
- Mapa de zonificación y reglamentación del suelo rural
- Mapa de amenaza por erosión
- Mapa de amenaza por inundación
- Mapa amenaza antrópica urbana
- Mapa de vulnerabilidad por erosión urbano
- Mapa de vulnerabilidad por inundación y encharcamiento urbano
- Mapa suelos de protección urbano
- Morfología
- Sistema de movilidad
- Mapa espacio público
- Equipamientos
- Tratamientos
- Licencias urbanas y rurales
- Educación
- Inventario vial (Señalización)
- Antenas Aerocivil
- Nomenclatura (No disponible al público)

Mediante esta plataforma es posible descargar en formato GEOTIFF o DPI, imprimir los mapas requeridos, medir distancia entre dos puntos o más, muestra las coordenadas de ubicación en metros, además existe la opción de buscar por código predial en el mapa y así encontrar la ubicación exacta del predio y su localización en función de los mapas mencionados anteriormente.

#### **4.4 SISTEMAS GLOBALES DE NAVEGACIÓN POR SATELITE GNSS**

Los sistemas globales de posicionamiento referidos al conjunto de sistemas de navegación por satélites con una estructura claramente definida por: un segmento espacial, un segmento de control, un segmento de usuarios. No se entiende un GNSS sin alguno de estos tres elementos, estos proporcionan un marco de referencia espacio – temporal con una cobertura global, sin depender de las condiciones atmosféricas, de manera continua en cualquier lugar de la Tierra e independiente del número de usuarios. En la actualidad se habla de cuatro sistemas:

- Sistema Global de Posicionamiento con satélites de la constelación americana NAVSTAR comúnmente conocido como GPS. Con 29 satélites, 20.000 Km, orbitas cuasicirculares, operando desde 1995 completamente y de uso no necesariamente militar.

- Sistema Navegación Global con Satélites rusos GLONASS. 24 satélites, 25.500 Km, orbitas elípticas muy excéntricas, no está plenamente operativo por cuestiones económicas y políticas.
- Sistema De navegación Europeo GALILEO, su diferencia radica en su uso más abierto. Con 30 satélites, 23.600 Km con un origen de control civil. Garantías de servicio, está en fase inicial de implementación.
- Sistema de Navegación Beidou desarrollado por la República Popular de China, asociada con el proyecto Galileo.

En cuanto a los sistemas usados para aumentar la precisión está el ABAS, GBAS, GRAS, SBAS; en la Ilustración 5 se aprecia de manera explicativa la distribución de los satélites GPS en la Tierra.

Ilustración 5 Constelación de satélites GPS



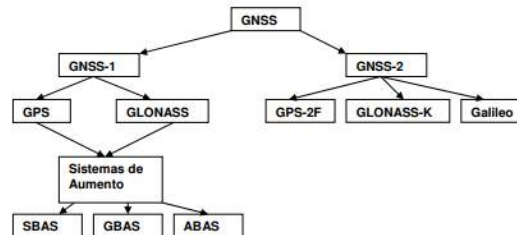
Fuente: "GPS / Navistar Satellites" Disponible en:  
<http://www.cira.colostate.edu/cira/RAMM/hillger/gps.htm>

La recepción de señales que transfieren los satélites artificiales de la Tierra produce las coordenadas, el sistema se basa en 5 principios:

- Triangulación desde los satélites
- Medir la distancia de los satélites (mínimo 4) hasta el receptor, teniendo en cuenta el tiempo de viaje radio - señal
- El sistema necesita un reloj muy preciso para tener en cuenta el tiempo de viaje radio – señal
- Conocer en tiempo real la posición del satélite en el espacio.
- Corregir cualquier retraso que experimente la señal a nivel de la atmosfera.

El sistema GNSS está dominado principalmente por el cubrimiento de USA haciendo que prácticamente todo el mundo depende de su sistema, se explica en la ilustración 6 los sistemas GNSS, y los sistemas de aumento.

Ilustración 6 GNSS representación en la actualidad



Fuente: IFATCA. "A Beginner's Guide to GNSS in Europe". EVP Europe, 1999.

Los Sistemas de Navegación por Satélite debe brindar al usuario cobertura y esta debe ser mundial, una constelación de satélites distribuidas para garantizar el funcionamiento del sistema en cualquier parte del planeta, disponibilidad en torno al 95% o 99% de tiempo esto requiere la adquisición de satélites redundantes para garantizar el funcionamiento en caso de alguna falla, precisión un rango de metros en aplicaciones o centímetros, la integridad que hace referencia a la fiabilidad de los datos, y por último la continuidad del servicio por el GPS o el sistema usado, su funcionalidad no debe terminarse o interrumpirse.

#### 4.4.1 SEGMENTOS DEL GNSS

Un GNSS está conformado por tres segmentos, una estructura definida el segmento espacial, segmento de control y un segmento de usuarios, se explica de mejor manera en la Tabla 4.

Tabla 4 Segmentos de GNSS

Segmentos GNSS	Términos oficiales del GPS Joint Program
1. Constelación de satélites	Segmento de espacio
2. Red de tierra de monitorización y control	Segmento de control
3. Equipo del usuario	Segmento del equipo de usuario

Fuente: Sistemas de Navegación Satelital. Universidad de Alcalá. Disponible en: <http://agamenon.tsc.uah.es/Asignaturas/ittst/rdet/apuntes/gnss.pdf>

El segmento espacial compuesto por los satélites que conforman el sistema de que orbitan alrededor de la Tierra repartiéndose en distintos planos orbitales y los de comunicación que forman sistemas de aumento que sirven para la corrección de errores de posicionamiento.

- Satélites de navegación: debe contar con un suficiente de satélites de navegación los cuales garanticen una cobertura global y con continuidad, debe ser robusto también en cuanto al servicio debido a la necesidad de transmitir información redundante en caso de que algún satélite deje de funcionar o para contar con un posicionamiento más preciso, GPS garantiza actualmente un mínimo de 5 satélites visibles en cualquier parte del mundo. El sistema GPS estadounidense tiene una constelación de 30 satélites distribuidos en seis planos orbitales no uniformemente.
- Satélites de comunicación: los satélites de comunicación GEO, o satélites de aumento son particulares en cada país la función de estos es retransmitir la información con correcciones procedentes del segmento de control, esto aumenta la precisión del sistema.

El segmento de control está formado por el conjunto de estaciones en Tierra que tienen la función de recoger los datos de los satélites y monitorizar el sistema GPS, es propio de cada país y se estructuran en función de distintos criterios, también aplica correcciones de posición orbital y temporal a los satélites, envía información de sincronización de relojes atómicos y correcciones de posicionamiento de orbitas a los satélites. La estructura de todo GNSS consiste en el conjunto de estaciones de monitoreo y una estación de control, estas reciben las señales de los satélites y cumplen con las funciones requeridas.

Cada estación genera su propia información sobre el funcionamiento del sistema, en última instancia esta información se envía a una estación de control que aplica dichas correcciones al satélite del GNSS, en cuanto a su posición orbital y coordenadas temporales, o bien retransmite la información a un satélite geoestacionario que forma un sistema de aumento, como la posición de cada estación y las coordenadas temporales se conocen se pueden combinar las medidas obtenidas por varias estaciones para crear un sistema de navegación inverso que determine la localización espacial y temporal del satélite.<sup>5</sup> Como último

---

<sup>5</sup> GARCIA. David. Sistema GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM). Madrid, 2008, pg. 7. Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Ingeniería Informática.

paso se envía la información por medio de las estaciones de control o monitoreo al satélite para así corregir su órbita y mensaje de navegación.

El segmento de usuario que está formado por todos los receptores GPS encargados de recibir las señales del segmento espacial y los programas de procesamiento de datos, está conformado por un conjunto de elementos básicos:

- Antena receptora de GNSS: a la frecuencia de funcionamiento del sistema, cobertura hemisférica omnidireccional, este puede ser monopolo, dipolo, dipolo curvado, cónico-espiral, helicoidal o microstrip.
- Receptor: basado en la mezcla de frecuencias, contiene un reloj altamente estable y una pantalla donde mostrar la información de posicionamiento.

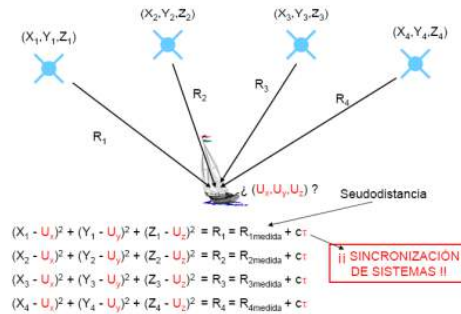
Los receptores tienen tres funciones principales:

- Satellite Manager, esta es la gestión de los datos que envía al satélite, en modo INIT almacena el almanaque y estado de los satélites y después en modo NAV almacena los datos necesarios para los cálculos.
- Select Satellite, el encargado de encontrar los satélites con geometría óptima para la navegación.
- SV Position Velocity Acceleration, el que calcula la posición y velocidad de los satélites empleados en el proceso de navegación.

#### **4.4.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA GNSS**

Una vez determinada y explicada la estructura básica de los GNSS, con la relación de los segmentos explicados anteriormente, es más fácil comprender el funcionamiento de los GNSS. El cálculo de la posición depende de la posición del satélite y el reloj de este, el receptor GNSS mide su distancia de los satélites y calculando el tiempo que demora la señal en llegar al receptor calcula la distancia entre el receptor y el satélite. El proceso se explica de una manera gráfica en la Ilustración 7.

## Ilustración 7 Representación funcionamiento del GNSS



Fuente: MARTINEZ, Félix. "GALILEO. EL FUTURO SISTEMA DE NAVEGACIÓN EUROPEO". Departamento de Señales Sistemas y Radiocomunicaciones, Universidad Politécnica de Madrid, 2005.

Las fuentes de error de la información procedente de cada satélite son: efectos atmosféricos, multitrayecto, errores de efemérides (parámetros que indican la posición del satélite) y el reloj, relatividad y disponibilidad selectiva.

### 4.4.3 RECEPTORES GNSS UTILIZADOS EN LA PRÁCTICA DE PROYECCIÓN EMPRESARIAL

Los receptores utilizados fueron el MobileMapper 50 que es un colector de datos SIG con sistema operativo Android que asemeja la practicidad de un smartphone combinada con una calidad y rendimiento propio de GNSS, es un aparato compacto, ligero, receptor fino y un procesador de cuatro núcleos de 1,2 GHz, 16 GB de memoria y pantalla de 13,4 cm, este modelo ofrece tres constelaciones GNSS (GPS + Galileo + Glonass o GPS Galileo + Beidou) y postproceso, cuenta con servicios móviles de Google lo cual facilita la sobreposición de mapas en campo para tener una mejor ubicación en terreno.

El MobileMapper 10 es un dispositivo compacto y ligero, colector de datos SIG, receptor GNSS L1 cuenta con la constelación GPS, 20 canales, actualización a 1 Hz, la precisión en tiempo real en modo SBAS es de 1 a 2 metros, y después del postproceso es menor a 50 centímetros, con un procesador de 600 MHz, sistema operativo Windows Mobile 6.5, pantalla de 6.5", batería litio con una duración de hasta 20 horas, salida NMEA, el programa para el desarrollo del postproceso es el Office Mobile.

## 4.5 INVENTARIO CATASTRAL

Según el Decreto 3496 de 1983 el catastro “se define como inventario o censo, debidamente actualizado y clasificado, de los bienes inmuebles pertenecientes al Estado y a los particulares, con el objeto de lograr su correcta identificación física, jurídica, fiscal y económica.”<sup>6</sup>

Según la resolución 070 del 2011 expedida por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi:

“Establece como objetivos del catastro principalmente elaborar el inventario nacional de bienes inmuebles mediante procesos de formación, actualización y conservación catastral, además de divulgar la información mediante un Sistema de Información de Territorio la cual facilite la planificación territorial y el desarrollo social. La formación catastral se define como conjunto de operaciones destinadas a obtener la información de los terrenos y edificaciones, en los aspectos físico, jurídico, fiscal y económico de cada predio. La información obtenida se registrará en la ficha predial y en los documentos gráficos, listados y formatos de control estadístico que diseñen las autoridades catastrales.”<sup>7</sup>

La actualización catastral se basa en un conjunto de operaciones que se encaminan a renovar los datos de la información catastral, revisando los elementos físicos y jurídicos, se elimina el elemento económico, variaciones de uso y productividad, obras públicas y condiciones de mercado inmobiliario. Se inicia este proceso con una revisión de las bases de datos de catastro que reposen en el municipio o distrito a elaborar la actualización de catastro, posteriormente se realiza el reconocimiento predial en campo, realizando anotaciones de lo que se considere pertinente, nuevas construcciones o demoliciones, se asigna un uso a cada edificación o construcción, y se asigna un destino al predio además de calificar las características netas del predio. Por último, se efectúa la actualización jurídica, informando a las entidades estatales para que también sea esta información provechosa. Existen otras actividades que se pueden realizar durante el proceso como el control de calidad, y el análisis de fuentes secundarias.

Como información adicional existe la Metodología para actualización permanente, la Resolución 1008 del 17 de octubre de 2012 expedida por el Instituto Geográfico

---

<sup>6</sup> COLOMBIA. SENADO DE LA REPÚBLICA. Decreto 3496. Artículo 2. por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 14 de 1983 y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial. Bogotá, D.C., 1983. No. 36441.

<sup>7</sup> COLOMBIA. Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Resolución 070 (4, febrero, 2011). Artículo 76. Disponible en: [http://www2.igac.gov.co/igac\\_web/normograma\\_files/RESOLUCION\\_70\\_2011.pdf](http://www2.igac.gov.co/igac_web/normograma_files/RESOLUCION_70_2011.pdf)



Agustín Codazzi la cual se elaboró con la colaboración de los catastros de ciudades principales y el acompañamiento del Departamento Nacional de Planeación – DNP.

#### **4.5.1 ESTADO DEL ARTE INVENTARIO CATASTRAL**

-GALLINA GARCÍA, Silvia J. Sistema de información geográfico aplicado al monitoreo de análisis catastral en la aldea tierra nueva, la democracia, escuintla. Guatemala. 2011

En este proyecto se visualiza la ubicación geográfica de los predios asignados a cada uno de los analistas catastrales, así como los avances del proceso. Los resultados son representados en mapas temáticos que hacen parte de los productos finales de la investigación y del proyecto con SIG. El trabajo se define como proyecto piloto, en el cual una vez comprobada su efectividad y realizada una retroalimentación, se planifico darlo a conocer a las autoridades competentes de registro catastral con el objeto de que se incluya en el sistema registro – catastro.

- MANZANO AGUGLIARO, Francisco. GIL, Manzano A. Desarrollo de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante integración de técnicas GPS y SIG. 2003

El principal objetivo de este trabajo es la elaboración de una metodología de actualización puntual de la cartografía catastral mediante la integración automática de técnicas de GPS y SIG, con el fin de poder georreferenciar y enlazar la información con redes de orden superior. De esta forma la actualización catastral se obtendría de levantamientos con GPS y convenientemente referenciados, por lo que su integración con la cartografía digital se realizaría de forma automática. El trabajo se realizó para ser aplicado al inventario municipal de monte público perteneciente al término municipal de Níjar en la provincia Almería, España.

- CIOCE, Víctor. ROYERO, Giovanni. CANGA, Ana. Promoviendo la implementación del GNSS-NTRIP en levantamientos topográficos y catastrales. Venezuela. 2013.

En resumen, en este artículo se destaca el uso del protocolo NTRIP para la realización de observaciones GNSS, debido a que es una de las modalidades de estimación precisa de coordenadas con amplia aceptación a nivel mundial y su optimización ha sido objeto de estudio en años recientes. A partir de las experiencias existentes en Venezuela, se comienza una etapa de implementación práctica para la resolución de problemas cotidianos dentro del ámbito propio de la topografía y el catastro. En este sentido se llevaron a cabo levantamientos en tiempo

real asistidos por el referido protocolo demostrando su eficiencia en labores como la actualización cartográfica con fines catastrales, verificación de linderos, mensuras, apoyo en la georreferenciación de imágenes, etc. En este trabajo se expone las ideas básicas y procedimentales que fueron materializadas para su fin dentro del perímetro urbano de la ciudad de Maracaibo al occidente de Venezuela.

- BAKICI, Sedat. ERKEK, Bilal, MANTI, Volkan, ALTEKIN, Alper. Trusted data communication and security issues in GNSS network of Turkey. Turquía. 2017.

En la Dirección General de Registro de la Propiedad y Catastro de Turquía existen tres prioridades que son los mapas, el catastro y la cartografía, en la subdirección de Geomática se coordinan las actividades de mapeo, proyectos como TUSAGA-Aktif, Metadata Geoportal, la producción de servicios de ortofotos, informes de visibilidad de NSDI, con precisión al cm en Turquía, gracias al avance en sistemas de posicionamiento global, no es necesario tener puntos de control o referencia en tierra, las 146 estaciones de GNSS permanentes dentro del sistema CORS-Tr reportan datos en línea al centro de cartografía ubicado en el Comando General de Mapeo, con más de 9000 usuarios es necesario que la información que se reporta posea una subestructura confiable y buena. La protección del sistema de datos contra ataques cibernéticos de fuentes nacionales y extranjeras, el documento se centra en la seguridad, comunicación de datos óptima de la red de GNSS llamada TUSAGA-Aktif.

- MOSCOVICI, Anca – María. GRECEA, Carmen. Geomatics, Support for an Efficient Urban Planning. Romania. 2017

Esta publicación resalta las ventajas de la geomática, la combinación de Geodesia y Geo información abarca una amplia gama de campos que incluyen herramientas y técnicas utilizadas en topografía, mapeo, teledetección, SIG, sistemas de navegación mundiales por satélite GPS, planificación y toma de decisiones en prácticamente todas las áreas como medio ambiente, salud, demografía, urbanismo, turismo, transporte, administración y como consecuencia del constante crecimiento de la población, la industria, el desarrollo de la sociedad, para el gobierno la función de planeación se ha vuelto cada vez más compleja y para resolver estas tareas se requiere de más información. El catastro de la planificación urbana se define a sí misma como un catastro particular, una parte del general, que implica el inventario y la evidencia sistemática de los edificios, campos, redes y servicios públicos dentro de las ciudades. Con la finalidad de automatizarla actividad catastral, recopilando información física de un territorio determinado, la cual suministrará la base de datos de la información del catastro de la ciudad. El documento señala el propósito y la importancia del catastro de planificación urbana

para proporcionar datos exactos sobre la situación del aficionado urbano a fin de identificar sus necesidades; presenta el caso de la ciudad de Timisoara ubicada en el lado occidental de Rumanía que ha sido elegida Capital Europea de la Cultura para 2021. Como estrategia nacional, un componente clave en las políticas de polos de crecimiento es promover el desarrollo urbano como parte de un largo Proyecto a plazo con impacto sostenible en el desarrollo económico, cultural y social.

#### **4.5.2 ACCIDENTALIDAD EN TUNJA**

La ciudad de Tunja cuenta con un sistema de movilidad (Artículo 35 del Acuerdo Municipal 0016 de 2014) El sistema de movilidad está conformado por el subsistema vial y el subsistema de transporte.

- “El primero se refiere a la infraestructura vial y a su concepción sistemática, recogiendo las características de la ciudad construida y los parámetros de diseño establecidos para los tratamientos de desarrollo, renovación urbana y para las obras complementarias que permitan definir un patrón funcional en la ciudad.
- El segundo se relaciona con la infraestructura de soporte del transporte motorizado y con las indicaciones funcionales en el uso de las vías por parte de los medios de transporte colectivo público o privado.”<sup>8</sup>

Además del sistema de movilidad el POT Decreto Municipal 0241 de 2014 en el artículo 53 MALLA VIAL ARTERIAL URBANA explica que esta incluye las principales vías y avenidas de la ciudad las cuales conectan los diversos sectores de la ciudad y la malla vial regional, esta tiene dos corredores centrales en forma de cruz, esto como un conjunto articulado y continuo que brinda circulación, conectividad y accesibilidad a la ciudad, en cuanto a la malla vial local expuesta en el artículo 54 de este mismo Decreto las define como las calles de acceso y de circulación que sirven para generar trazados urbanos en toda la ciudad.

En la ciudad de Tunja la accidentalidad si bien no es alarmante tampoco es la ideal, a diario se presentan accidentes en la ciudad los factores o causales son muchos, alta velocidad, imprudencia de los conductores, imprudencia de los peatones, falla en los vehículos automotores o motocicletas, en el presente trabajo se tendrá como insumo la base de Accidentalidad suministrada por la Secretaria de Tránsito y Transporte de Tunja.

---

<sup>8</sup> TUNJA, ALCALDE MUNICIPIAL DE TUNJA. Decreto Municipal 0241. Artículo 50. Por medio del cual se compilan las disposiciones contenidas en los Acuerdos Municipales 0014 de 2001 y 0016 de 2014. Disponible en <http://www.tunja-boyaca.gov.co/index.shtml?x=10684>

Es necesario conocer conceptos relacionados con la movilidad, sus características, propiedades y funciones para así comprender el origen de la accidentalidad, sus posibles causas y que esto sirva de precedente para encontrar futuras soluciones.

## **5. METODOLOGÍA**

La metodología se divide en dos secciones de trabajo, la metodología para la recolección de información necesaria para la actualización del inventario vial y, por otra parte, está la metodología para la evaluación de la accidentalidad en la ciudad de Tunja.

### **5.1 METODOLOGÍA ACTUALIZACION INVENTARIO VIAL Y CATASTRAL**

La recolección de información para la actualización del inventario vial y catastral de la zona oriente baja de la ciudad de Tunja se subdivide en tres fases principales:

#### **5.1.1 FASE I (RECONOCIMIENTO DE BASES TEÓRICAS MÍNIMAS):**

Consiste en un estudio cualitativo documental identificando las posibles alternativas metodológicas para la recolección y tratamiento de datos procesados georreferenciados. En primer lugar, se tuvieron capacitaciones a cargo de los funcionarios contratistas de la Oficina del Asesor de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja acerca del proyecto, sus generalidades, el alcance del trabajo de cada pasante, explicaron la metodología general para reportar información al SINC en función de los lineamientos de la resolución 1067 de 2015 y los requerimientos de la oficina de planeación los cuales se necesitan para la actualización del inventario catastral además de la actualización y cambio del 62% de la nomenclatura en la ciudad de Tunja, todo esto en función de generar la base de datos con la información encaminada a la actualización del POT de Tunja y demás Entidades Estatales que soliciten la información. Por otra parte, se recolecta la información secundaria necesaria para el desarrollo de trabajo en oficina.

Las capacitaciones por parte de los ingenieros contratistas consistieron en explicar brevemente el marco legal que acogía el SINC, la Ley 1228 del 2008, la resolución 1860 del 2013, la resolución 1067 del 2015 y la resolución 5574 del 2016, el contenido de cada una de estas normativas está expuesto en el apartado del SINC del presente libro. Lo siguiente en la primera fase, fue la explicación de las capas a georreferenciar, las cuales son:

- 01\_TRAMOVIA
- 02\_BERMA
- 03\_SECCIONTRANSVERSAL

- 04\_SEPARADOR
- 05\_TIPOTERRENO
- 06\_PUENTE
- 07\_MURO
- 08\_TUNEL
- 09\_ESTACIONPESAJE
- 10\_INTERSECCION
- 11\_PEAJE
- 12\_SITIOCRITICOACCIDENTALIDAD
- 13\_SITIOCRITICOINESTABILIDAD
- 14\_SENALHORIZONTAL
- 15\_SENALVERTICAL
- 16\_DANOFLEXIBLE
- 17\_DANORIGIDO
- 18\_DANOAFIRMADO
- 20\_PARAMENTOS

Los paramentos, capa que solicita la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja contiene los siguientes atributos:

Tabla 5 Atributos capa Paramentos

<b>20_PARAMENTOS</b>	
ATRIBUTO	TIPO
CODIGO VIA	Texto
CODIGO ENT	Texto
FECHA	Fecha
NOMBRE	Texto
BARRIO	Texto
SECTOR	Texto
PRINI	Numérico

*Fuente: Elaboración propia*

Tabla 6 Atributos capa Paramentos

<b>20_PARAMENTOS</b>	
DISTPRINI	Numérico
PRFIN	Numérico
DISTPRFIN	Numérico
LONGITUD	Numérico
ANCHOSEP	Numérico
ANCHOCAL	Numérico
ANCHOBERMA	Numérico
ANCHOCUNET	Numérico
ANCHOANDEN	Numérico
ANCHOANTEJ	Numérico
PARAMENTO	Numérico
PARAMEXG	Numérico
MANZANA_CO	Numérico
CODIGOP	Numérico
NOMBRE_1	Texto
DIRECCION	Texto
MATRICULA	Numérico
ESTRATO	Numérico
USO_PREDIAL	Texto
OBSERVACIO	Texto
DEPARTAM	Numérico
MUNICIPIO	Numérico

*Fuente: Elaboración propia*

La capa de paramentos inicialmente estaba dividida en lo que era la capa 17\_PARAMENTOS (ANTEJARDÍN), 18\_CUNETAS, 19\_ALCANTARILLADO y 20\_PARADEROS, por cuestiones de practicidad los contratistas decidieron agrupar estas capas en una sola, y adicionar atributos necesarios para así con esta información saciar requerimientos de la entidad y también tener una base de referencia para el proceso de actualización del POT.

La recolección de información secundaria necesaria para tener más claridad a la hora de realizar el trabajo de campo fue mayormente proporcionada por la Oficina de Planeación, en la Tabla 7 se presenta la información adicional, formatos y entidad que hace entrega de ésta.

Tabla 7 Información Adicional

<b>INFORMACIÓN ADICIONAL</b>		
<b>NOMBRE</b>	<b>FORMATO</b>	<b>ENTIDAD</b>
Barrios	Shapefile	Alcaldía Mayor de Tunja
Cambio 62 % Nomenclatura	Shapefile	Alcaldía Mayor de Tunja
Malla Vial Proyectada	Shapefile	Alcaldía Mayor de Tunja
Predial	Shapefile	Alcaldía Mayor de Tunja
Ortofoto	Imagen Tiff	Alcaldía Mayor de Tunja
Manzanas	Shapefile	Alcaldía Mayor de Tunja

*Fuente: Elaboración propia*

A continuación, se presentan de manera organizada las reuniones que tuvieron lugar durante del desarrollo de la pasantía en la Tabla .

Tabla 8 Reuniones

<b>FECHA</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>CONTENIDO</b>
01/08/2017	Reunión inicial	Explicación trabajo a realizar, coordinación fecha primer día trabajo de campo
14/08/2017	Sustentación de la prueba piloto Av. norte hasta Concesionarios CI 53.	Explicación detallada del trabajo realizado y determinación de cambios a realizar para trabajos futuros
15/08/2017	Elaboración cronograma de Ruta 55, capacitación GPS	Revisión de kilómetros a recorrer y capacitación sobre uso del GPS MobileMapper 50 y MobileMapper 10

*Fuente: Elaboración propia*



Tabla 9 Reuniones

FECHA	OBJETIVO	CONTENIDO
04/09/2017	Entrega Ruta 55	Sustentación de los cambios que se realizaron en este trabajo y entrega final.
05/09/2017	Elaboración cronograma de trabajo oriente bajo	Revisión de kilómetros a recorrer y estimación tiempo de trabajo
08/09/2017	Revisión del trabajo realizado	Revisión y distribución capas realizadas en la semana, organización de capas de paramentos
26/10/2017	Revisión del trabajo realizado	Reunión de los contratistas revisar trabajo zona oriental, se asignaron correcciones
31/10/2017	Reunión con el Asesor de Planeación	Reunión con el Asesor de Planeación para la revisión de la zona oriental, se solicita la adición de uso de suelo y estrato de cada predio
23/11/2017	Reunión con los contratistas y la Ing. Nancy Amaya	Revisión de las correcciones con los ingenieros contratistas y la Ing. Nancy Amaya.
11/12/2017	Entrega Zona Oriental Baja	Entrega del trabajo final después de una última revisión a los ingenieros contratistas.

Fuente: Elaboración propia

### 5.1.2 FASE II (RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN EN CAMPO):

Ya teniendo clara la información requerida, se procede a ir a campo para realizar los levantamientos georreferenciados. La georreferenciación de la prueba piloto (Ruta 55), se realizó con el GPS MOBILEMAPPER 50 el cual es un préstamo de la Secretaria de Infraestructura a la Oficina del Asesor de Planeación; con una previa planeación de salida de campo y la configuración del GPS con las capas requeridas

y sus distintos atributos, la Alcaldía realizó el trámite para el transporte desde la Plaza de Bolívar hasta el lugar de trabajo, se inició en la vereda “Chorro Blanco” hasta los límites con Combita. En cuanto a las capas a georreferenciar, 01\_TRAMOVIA es la única capa que se toma en campo como LineString el resto de las capas se trabajaron con formato Punto para posteriormente en oficina adecuarlas según los requerimientos de la resolución 1067 de 2015.

En la ilustración 8 se presenta evidencia fotográfica del trabajo de campo como toda de datos, medición de ancho de berma en la Ruta 55.

Ilustración 8 Evidencia fotográfica trabajo de campo ancho berma



*Fuente: Elaboración propia.*

En la ilustración 9 se anexa evidencia fotográfica de registro de la capa sección transversal, midiendo el ancho de calzada, esto en el sector de la vereda “Chorro Blanco”.

### Ilustración 9 Evidencia fotográfica trabajo de campo - sección transversal



*Fuente: Elaboración propia.*

Una vez en campo se procede a identificar la sección transversal midiéndola con un flexómetro, el tipo de superficie de calzada, a identificar los daños en las superficies diferenciando los de pavimento asfáltico, concreto rígido, y afirmado, la medida de los paramentos, andén, antejardín, cuneta, bermas, separador, las señales verticales y horizontales. Es necesario realizar una revisión espacial cuando se trabaja con el GPS MOBILEMAPPER 50 debido a que con este equipo no se puede realizar postproceso de la información ya que el software del postproceso presenta un daño e incompatibilidad con la versión Android del MobileMapper 50, esta revisión se hace con el fin de comprobar que estén los satélites adecuados, es decir una buena distribución de los satélites, el valor máximo de PDOP es de 3, y el número de satélites percibido por el equipo GPS debe ser mínimo en el sistema de GPS de 6 y en el GLONASS de 4.

Tabla 10 Revisión Espacial prueba piloto

VÍAS	Km	HORA INICIO	HORA FINAL	PDOP MAX.	No SATELITES MIN (GPS/GLONASS)
Glorieta Norte - UPTC	0.56	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,5	10/6
UPTC - Olímpica	0.85	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,3	9/7

*Fuente: Elaboración propia*

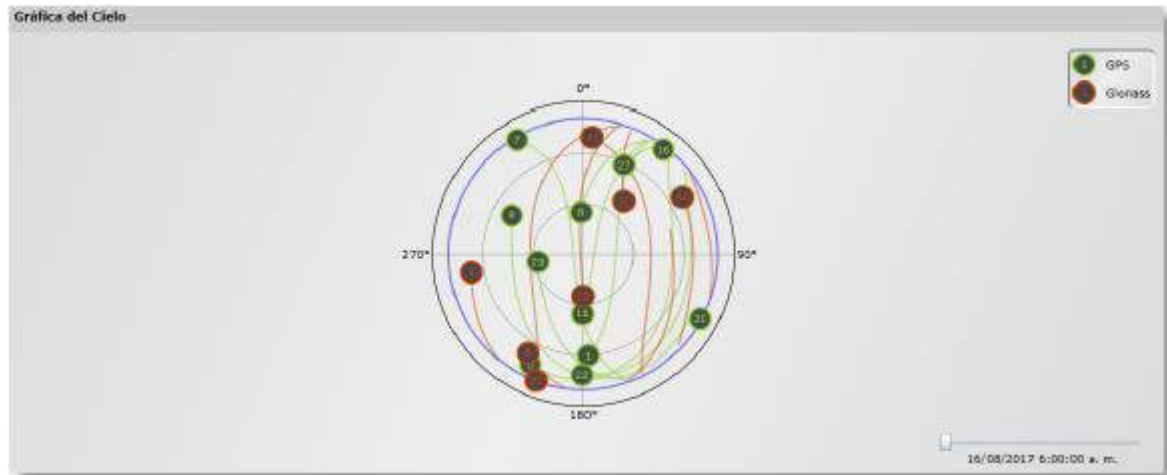
Tabla 11 Revisión Espacial prueba piloto

<b>VÍAS</b>	<b>Km</b>	<b>HORA INICIO</b>	<b>HORA FINAL</b>	<b>PDOP MAX.</b>	<b>No SATELITES MIN (GPS/GLONASS)</b>
Olímpica - Calle 53	0.57	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,4	9/7
Chorro Blanco - Plaza Sur	3.33	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,3	11/7
Plaza Sur - Hongos	2.0	9:00 a. m.	3:00 p. m.	1,5	9/6
Hongos - Terminal	1.5	9:00 a. m.	3:00 p. m.	1,4	9/7
Terminal - Glorieta Norte	3.0	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,5	9/8
Calle 53 - Límites Combita	3.0	9:00 a. m.	4:00 p. m.	1,4	9/7

*Fuente: Elaboración propia*

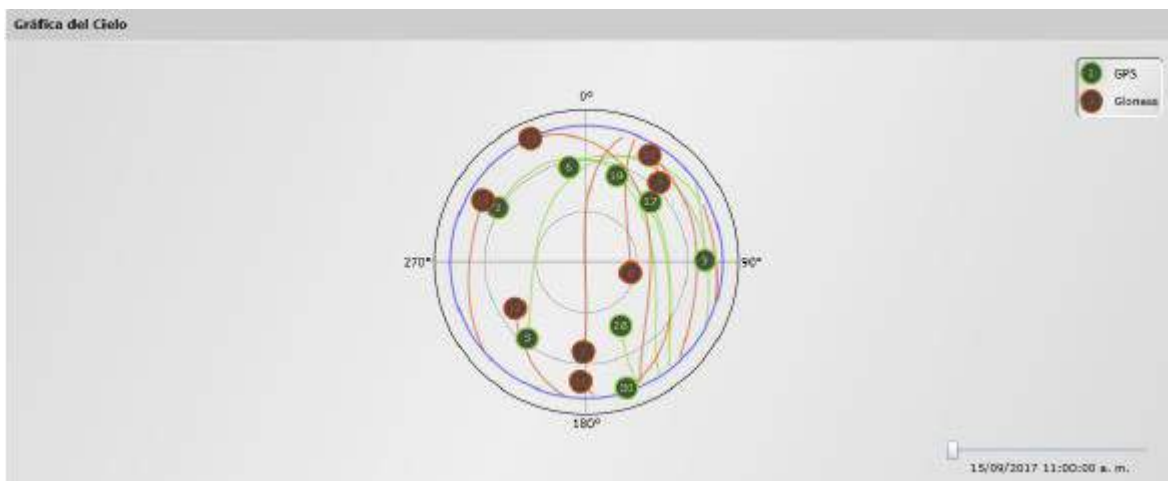
En las ilustraciones 10 y 11 es posible verificar por medio de la página web de Trimble la revisión espacial, una en la Ruta 55 a la altura de la vereda “Chorro Blanco” hasta la Plaza del Sur y la otra del día 15 de septiembre del 2015 en el cual se trabajó en la georreferenciación de vías en el barrio El Dorado y Fuente Higuera, es posible localizar en la imagen el número y distribución de satélites de las dos constelaciones, donde la simbología verde circular representa los satélites de GPS y la simbología circular roja la de GLONASS.

Ilustración 10 Gráfica del cielo "Chorro Blanco - Plaza del Sur"



Fuente: [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

Ilustración 11 Gráfica del cielo El Dorado - Fuente Higuera



Fuente: [www.trimble.com](http://www.trimble.com)

### 5.1.3 FASE III (TRABAJO DE OFICINA Y ANÁLISIS DE DATOS)

Se inicia esta fase con la descarga de los datos, extracción por medio de un cable USB, el postproceso para la información recolectada con el GPS MOBILEMAPPER 10 se hace con el software MobileMapper Office 2.1 una vez descargados los RINEX de la página del IGAC se realiza la corrección diferencial optimizando la precisión de los datos para lograr cumplir los requerimientos de la resolución 1067

del 2015 del Ministerio de Transporte, en cuanto al GPS MOBILEMAPPER 50 se trabajó con un filtro menor de un metro para lograr la precisión de los datos. Se ingresan los datos al programa ArcGIS 10.5, se realiza la proyección de los datos de WGS 1984 a MAGNA SIRGAS Colombia Bogotá, esto para todas las capas.

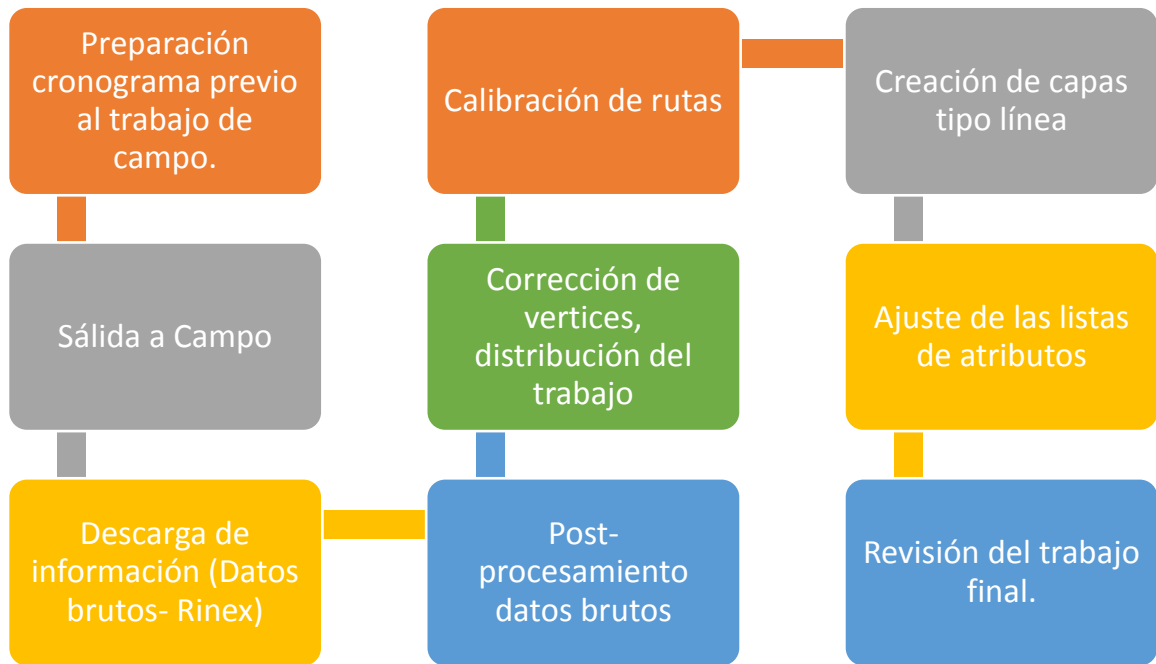
Posteriormente se elabora la corrección de vértices de las vías de manera manual y luego se calibra cada una de las rutas estableciendo el inicio y el fin en función de la longitud de la carretera esto se realiza para la capa de 01\_TRAMOVIA, con la herramienta LOCATE FEATURES ALONG ROUTES se ubica cada punto de cada capa sobre el shapefile de 01\_TRAMOVIA, luego se exportan cada una de las capas a Excel, se realizan los correspondientes cálculos y se edita la información en función de los requerimientos de la Oficina de Planeación y del Ministerio de Transporte.

La capa 05\_TIPOTERRENO tiene un proceso adicional mediante el ArcToolBox se adiciona las coordenadas X, Y, Z a la capa 01\_TRAMOVIA y posteriormente se exporta ese archivo a Excel, se calculan las pendientes y se clasifican según el manual de diseño geométrico de vías donde existen cuatro tipos de terreno y estos son:

- Plano (4): pendientes longitudinales menores al 3%.
- Ondulado (3): pendientes longitudinales entre el 6% y el 3%.
- Montañoso (2): pendientes longitudinales entre el 6% y el 8%.
- Escarpado (1): pendientes longitudinales superiores al 8%.

Al finalizar la edición y adecuación de los datos y atributos se sube nuevamente cada una de las capas a ArcGIS en formato libro Excel 1993, y con la opción DISPLAY ROUTE EVENTES seleccionando 01\_TRAMOVIA se despliegan cada una de las capas en los formatos y tipos de geometría establecidos y por último se exportan en formato SHAPEFILE, la capa de paramentos tiene un procedimiento un poco diferente, es necesario realizar una línea paralela a 3 metros para cada uno de los lados de la calzada. En la Ilustración 12 se representa la metodología en las fases I y II.

Ilustración 12 Metodología Fase II y Fase III



*Fuente: Elaboración Propia*

La preparación del informe final para entregarlo a la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia para optar por el título de Ingeniera Civil realizando el análisis del estado de las vías.

## 5.2 METODOLOGÍA PARA LA EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE TUNJA

Para la realizar la evaluación de la accidentalidad de la ciudad de Tunja se analizan los datos suministrados por la Alcaldía Mayor de Tunja los cuales se presentan en el ANEXO A, la tabla de Excel contiene información de los accidentes ocurridos en la ciudad de Tunja desde el mes de enero hasta el mes de Julio de 2017 con jurisdicción del Distrito Uno de la ciudad de Tunja, contiene información de cuadrantes, barrios, dirección, zona (urbana o rural), día de la semana, modalidad, en cuanto a las víctimas esta la edad, el género, ocupación, el grado de instrucción de la persona y la gravedad del accidente.

## **6. RESULTADOS Y ANÁLISIS**

Los resultados obtenidos durante el trabajo realizado en la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja se presentan en dos secciones:

### **6.1 GEOREFERENCIACIÓN RUTA 55 DE LA CIUDAD DE TUNJA**

La georreferenciación de los 14 km correspondiente a la Ruta 55 la cual comprende desde la vereda “Chorro Blanco” hasta los límites con Combita. A continuación, se exponen las capas trabajadas para este sector:

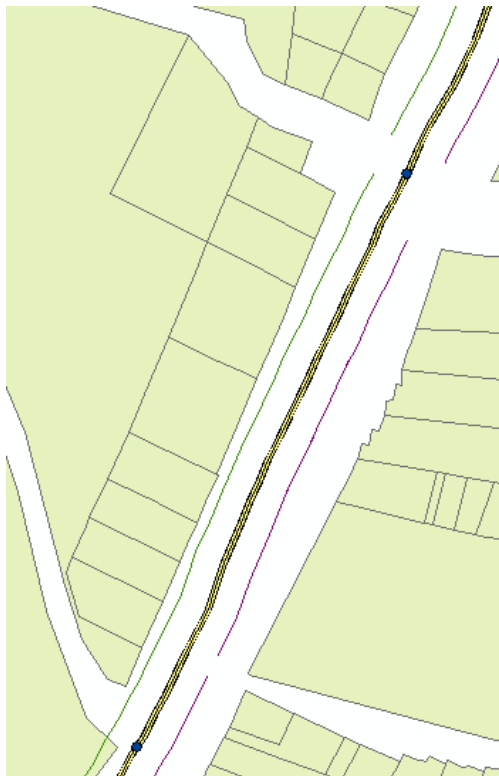
- 01\_TRAMOVIA: La Ruta 55 tiene 13.943 km, es una vía arterial urbana, perteneciente al departamento de Boyacá código DANE 15 y código de Municipio 001.
- 02\_BERMA: Presente en el 80% de la Ruta 55, el tipo de cubicación de las bermas es en Pavimento, con un ancho mínimo de 0,15 metros y un ancho máximo de 2 metros, el ancho típico es de 0.99 metros.
- 03\_SECCIONTRANSVERSAL: La totalidad de la Ruta 55 tiene como superficie de calzada Pavimento Asfáltico, el ancho de calzada mínimo es de 4.7 metros, el máximo de 7.8 metros y el típico de 6.9 metros.
- 04\_SEPARADOR: Se encuentra separador en el 54.9% de la Ruta 55, con un ancho mínimo de 0.80 metros, máximo de 25 metros a la altura de la Glorieta Norte, y el ancho típico del separador es de 4.82 metros.
- 05\_TIPOTERRENO: El 60% de la Ruta 55 presenta un tipo de terreno ondulado con pendientes entre el 3% y 6%, el 40% un tipo de terreno plano con pendientes menores al 3%.
- \_06\_PUENTE: La Ruta 55 tiene la presencia de seis puentes de los cuales dos son vehiculares el Viaducto y un puente sobre el sector de la vereda “Chorro Blanco”, los cuatro puentes restantes son peatonales, el puente del Asís, Santa Inés, UPTC, y en el Orfanato.
- 07\_MURO: Existen muros en el 19% de la Ruta 55 desde la entrada de la vereda “Chorro Blanco”, la altura mínima es de 0,68 metros y la máxima de 5,9 metros.



- 08\_TUNEL: Para la Ruta 55 no existe ningún paso por Túnel. Esta capa no aplica en tramos urbanos.
- 09\_ESTACIONPESAJE: En la Ruta 55 por el paso de la ciudad de Tunja no se tiene estación pesaje. Esta capa no aplica en tramos urbanos.
- 10\_INTERSECCIÓN: Se encuentran 117 intersecciones en los 13.943 km de la Ruta 55, tanto como con vías rurales.
- 11\_PEAJE: Durante los 13.943 km no se encuentra ningún peaje. Esta capa no aplica en tramos urbanos.
- 12\_SITIOCRITICODEACCIDENTALIDAD: Para poder realizar esta capa se necesitaba información de accidentalidad RECURRENTE en un sector, por esto mismo y falta de información esta capa no se ha realizado.
- 13\_SITIOCRITICODEINESTABILIDAD: Se encuentra inestabilidad en taludes en el sector de la vereda “Chorro Blanco”, en tres sectores con 87 metros de longitud en total.
- 14\_SENALHORIZONTAL: En la Ruta 55 se presenta señalización horizontal desde línea de demarcación de paso peatonal, paraderos, línea central continua, línea de reducción de velocidad, cebras, reducción de calzada, líneas de berma.
- 15\_SENALVERTICAL: Se encuentran 232 señales verticales a lo largo de la Ruta 55, a ambos lados de la calzada o sobre el separador, estas señales se referenciaron en función de la clasificación establecida en la Metodología General para Reportar la Información que conforma el SINC.
- 16\_DANOFLEXIBLE: Se presentan 21 tramos con daño flexible desde depresiones, desprendimientos longitudinales, piel de cocodrilo y baches, en un 9.8% del 100% de la Ruta 55
- 17\_DANORIGIDO: Debido a que la superficie de la carretera es en pavimento asfáltico no existe daño rígido.

- 18\_DANOAFIRMADO: Debido a que la superficie de la carretera es en pavimento asfáltico no existe daño afirmado.
- 19\_PARADEROS: Existen 12 secciones de paradero durante toda la Ruta 55.
- 20\_PARAMENTOS: La Ruta 55 en paramentos, tiene en el lado derecho de la calzada 596 predios y en el lado izquierdo 676 predios, en total existen 1272 predios.

Ilustración 13 Capas en Ruta 55



*Fuente: Elaboración propia*

En la Ilustración 13 es posible apreciar en línea gruesa amarilla con negro la capa 01\_TRAMOVIA, en puntos azules oscuros las intersecciones y en líneas moradas y verdes los paramentos en el lado derecho e izquierdo de la calzada. El mapa de la ruta 55 con sus correspondientes capas se presenta en el ANEXO B. Las capas tienen un ligero cambio con respecto a las de la zona oriente baja de la ciudad de Tunja, esto se debe a que se realizó una mejora y optimización de las capas y atributos a georreferenciar para agilizar el trabajo de campo y el de oficina.

A lo largo de la Ruta 55 se encontró que la sección transversal típica del sector consiste en una calzada de 6.9 metros, con andenes de 2.0 metros y berma de 0.99 metros, la presencia de berma en el 80% de la Ruta indica que existe el espacio y la planificación adecuada del diseño geométrico de la vía, el separador presente en más del 50% de la vía, el hecho de que toda la Ruta 55 cuente con pavimento asfáltico como tipo de superficie de calzada, que la señalización presente en el tramo sea la adecuada y que solo existan daños en el 9.8% de los 14 kilómetros refleja el grado de importancia de esta vía, al comprender las Avenidas arteriales más importantes de la ciudad como lo son la Sur, Oriental y la Norte debe mantenerse en un perfecto estado, para que así genere un impacto visual, estético, urbanístico favorable. El hecho de que esta vía atraviese la ciudad de sur a norte y que sea de un alto flujo de vehículos ha generado que el desarrollo de la ciudad crezca, que se localicen sobre esta vía importantes instituciones como lo es la UPTC, además de uno de los centros comerciales más importantes de la ciudad “Centro Norte”, existe también a un costado de esta vía una estación de Bomberos, el estado socioeconómico de esas viviendas y predios que están sobre la Ruta 55 se ve beneficiado de igual manera por el paso de estas avenidas, y que el mantenimiento sea frecuente permitiendo así que un alto flujo de vehículos pase por este sector beneficia aún más a los ciudadanos.

## **6.2 GEORREFERENCIACIÓN ZONA ORIENTE BAJA DE LA CIUDAD DE TUNJA**

El trabajo de georreferenciar las 109 vías localizadas en los barrios anteriormente descritos en el capítulo 3 del presente libro, arrojo como resultados con una amplia variedad de características. A continuación, se presentan los resultados de cada una de las capas:

- **01\_TRAMOVIA:** A lo largo de los 21.504 km georreferenciados se encuentra que hay vías y calles que no existen en el Shapefile de Malla Vial Proyectada suministrada como archivo base por parte de la Alcaldía, estas se presentan en el ANEXO G, son 26 vías en total.
- **02\_BERMA:** En la Calle 18 y en la Calle 22 se presentan bermas, el tipo de cubicación es en Pavimento asfáltico, el ancho de sección mínimo es de 0.2 metros, el máximo es de 0.3 metros y el promedio de 0.25 metros, la berma está presente en el 14.9% de la zona oriente bajo de la ciudad de Tunja.

- **03\_SECCIONTRANSVERSAL:** En la zona oriente bajo de la ciudad se presentan tipos de superficie de calzada de tipo destapado, afirmado, pavimento asfáltico, pavimento rígido y adoquín, el tipo de superficie de calzada que predomina en la zona oriente baja es afirmado. El ancho de calzada mínimo es de 2.5 metros, el máximo de 10.80 metros, el ancho promedio de calzada es de 5.60 metros.
- **04\_SEPARADOR:** De las 109 vías georreferenciadas 5 tenían separador, el ancho de separador mínimo es de 1.5 metros, el máximo de 34.4 metros. Cabe aclarar que los anchos de mayor separador se presentan sobre la KR 4 Avenida Universitaria y en estos existe el paso de un canal.
- **05\_TIPOTERRENO:** Para esta capa los resultados de tipo terreno en función de la clasificación de la resolución 1067 de 2015, el 5.6% tiene tipo de terreno escarpado, el 18.8% tiene tipo de terreno montañoso, el 48.8% ondulado, y el 26.8% plano.
- **06\_PUENTE:** De las 109 vías de la zona oriente bajo solo 4 vías tienen puentes, el 5.3% del kilometraje de la zona representa los puentes.
- **07\_MURO:** Solo existe un muro de contención en la Avenida Bicentenario sobre el barrio El Dorado, con una altura de 5.5 metros, y ancho de corona y cimiento de 0.3 metros.
- **10\_INTERSECCIONES:** En la zona oriente bajo se encuentran 168 intersecciones sobre las 109 vías. Las intersecciones que más predominan en la zona son en tipo "T" y en tipo "L", solamente dos intersecciones tienen presencia de semáforos el 1.2% y el 90% de las intersecciones contaban con alumbrado público.
- **14\_SENALHORIZONTAL:** Solamente el 6% de la zona oriental baja de la ciudad de Tunja cuenta con señalización horizontal, el 69% de esta señalización corresponde a cebras de paso peatonal, el 17% a resaltos para disminuir la velocidad y el restante 14% en líneas intermitentes separadoras de carril.
- **15\_SENALVERTICAL:** El 12% de las vías georreferenciadas cuenta con señalización vertical, la señal que más se repite es la de velocidad máxima, son 133 señales verticales, toda esta información esta tabulada y clasificada según los lineamientos de la resolución 1067 del 2015.

- 16\_DANOFLEXIBLE: De las 109 vías 32 presentan superficie de pavimento asfáltico y de estas 19 presentan daños en superficie pavimento asfáltico el 59.4%, los daños que más se evidencian en esta zona son los baches y piel de cocodrilo, también desprendimiento de borde y descaramiento. Más de la mitad de las vías se encuentran comprometidas con daños.
- 17\_DANORIGIDO: De las 4 vías de pavimento rígido como tipo de superficie de calzada de las 109, 2 vías presentan daño el 50%, los daños detectados son descaramiento y baches.
- 18\_DANOAFIRMADO: 28 de las 109 vías tiene tipo de superficie de calzada como afirmado, 21 de estas presentan daño el 75% de estas vías están en mal estado, los daños que se detectan en estas vías son baches y áreas erosionadas.
- 20\_PARAMENTO\_PAR: Para esta capa se tiene información de 881 predios, con paramentos que tienen distintos datos de andén, antejardín, cuneta, berma, separador, calzada, uso predial, y estrato. El paramento menor es de 1.5m, y el mayor 23.2 m, el dato de paramento que predomina en el sector oriente bajo es de 6.25 metros, el valor de paramento sale de la suma de ancho de antejardín, andén, berma, cuneta, mitad de separador y mitad de calzada.
- 20\_PARAMENTO\_IMPAR: En el lado impar o izquierdo de las vías se tiene información de 714 predios, con los mismos atributos de la capa anterior. El valor mínimo de paramento encontrado en este lado de la calzada es de 1.75 metros, el mayor de 24.1 metros y el valor de paramento que predomina es el de 6.20 metros.

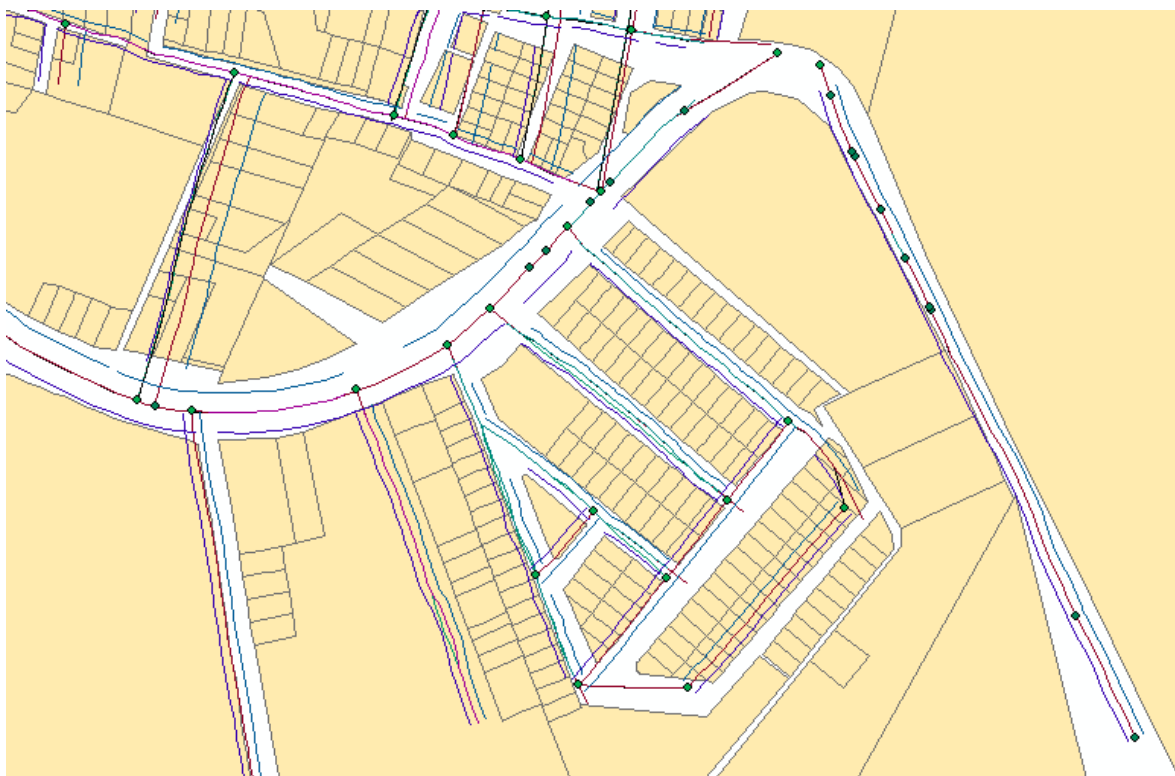
Es necesario aclarar que por motivos de privacidad y por requerimiento de la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja fue necesario para efectos de este libro retirar los atributos de código de manzana, código predial, nombre del dueño del predio, matrícula, dirección, ya que esta información es de uso exclusivo de la Alcaldía y fue proporcionada únicamente para el desarrollo del trabajo en la entidad. El uso de tal información para uso particular incurre en faltas legales.

La sección típica de la zona Oriente Bajo de la ciudad de Tunja consiste en una calzada de 2.5 metros con andenes de 1.5 metros y sin bermas, es posible evidenciar una gran diferencia entre la sección típica de la Ruta 55 y la de la Zona Oriente Bajo esto radica principalmente en la importancia de las vías, mientras la Ruta 55 está conformada por avenidas de alto tráfico en la ciudad de Tunja mientras

que el tráfico en la zona estudiada en promedio es de moderado a bajo, las subzonas con mayor tráfico presentado son el viaducto, la Kr 4 Avenida Universitaria, y la Dg 26 A que está ubicada frente al batallón, el resto de las vías de este sector son poco transitadas por lo tanto el estado de las mismas refleja el descuido desde la misma construcción o adecuación de las carreteras no se planifico de manera adecuada, muchas de estas vías no cuentan con un diseño geométrico y esto se debe a que los ciudadanos del sector abren camino hacia sus casas o lotes de manera rudimentaria.

La falta de bermas en las carreteras de la zona oriente bajo así como de señalización horizontal como vertical, la cantidad de vías en superficie de Afirmado o Destapado exponen el descuido por parte del municipio, otro factor que tiene relación directa con el estado de las vías del sector es la topografía, la gran parte de estas vías están localizadas en terreno escarpado o montañoso en función de la clasificación del Manual de Diseño Geométrico del INVIAS, todos estos factores además del estado socioeconómico del sector al no ser muy relevante, evidencia el descuido, falta de organización y planeación no solo de las vías si no del sector en general. Los estratos encontrados en la zona de estudio varían desde el 0 hasta el 5, una causa de que se presente esto más que la amplitud del sector es la falta de zonificación en la estratificación de la ciudad de Tunja, la mayor parte de los predios con estrato 0 son lotes en donde no se tiene previsto según el POT la construcción de edificaciones. La mayor parte de los predios del sector son de uso residencial donde no hay un solo estrato predominante y varía de 2 a 4. Aunque no debería ser así, el estado de las vías que se encuentran en estrato 2 o 1 es muy diferente a las de estrato 4; la cantidad de vías en mal estado es una situación alarmante y un punto de partida para entender por qué ante el descuido de la Alcaldía en la zona se evidencia inseguridad, falta de servicios públicos esenciales para el ser humano como lo es el acueducto, evidenciar la desorganización del sector en campo es algo ineludible, la nomenclatura del sector esta terriblemente desorganizada al punto que encontrar una dirección es toda una odisea, en una sola cuadra puede encontrar numeración de 3 calles diferentes.

Ilustración 14 Capas y predial Zona Oriente Bajo ciudad de Tunja

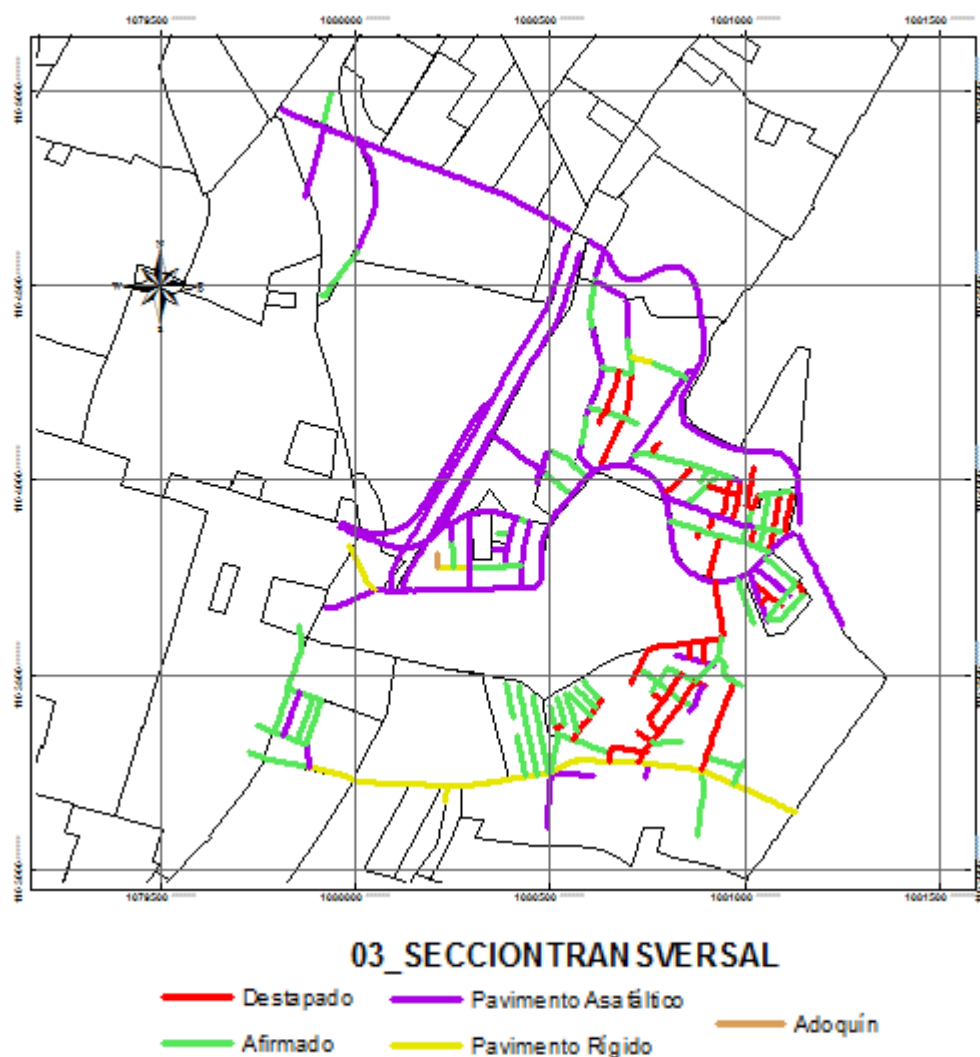


*Fuente: Elaboración propia.*

### **6.2.1 ESTADO DE LAS VÍAS ZONA ORIENTE BAJA DE LA CIUDAD DE TUNJA**

En la ilustración 15 se presentan las 109 vías de la zona oriente baja con su respectivo tipo de superficie, con su respectiva leyenda.

Ilustración 15 Mapa tipo superficie calzada Zona Oriente Baja ciudad de Tunja



*Fuente: Elaboración Propia*

Las 109 vías se analizan en este apartado para tener una mayor claridad del estado de estas, en cuanto a la superficie encontrada en la zona oriente baja se tiene que el 40% de las vías está en Destapado, el 26% en Afirmado, el 29% en Pavimento Asfáltico, el 4% en Pavimento Rígido, el 1% en Adoquín y el 0% en Tratamiento Superficial. Es posible evidenciar la falta de gestión y el descuido de estas vías por parte de la Administración Municipal, en la ilustración 16 se presenta el tipo de superficie de calzada de las vías en porcentajes.



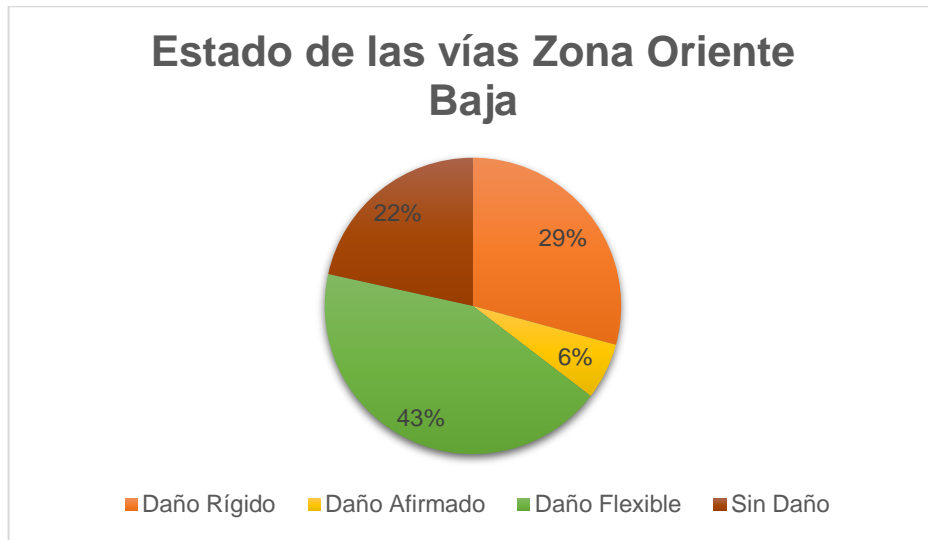
Ilustración 16 Porcentaje tipo de superficie de calzada



Fuente: Elaboración Propia

De las 109 vías de la zona oriental baja 65 vías que presentan superficie en Destapado, solo el 21.54% de estas vías no presentan ningún tipo de daño, el daño flexible representa el 43.08% de los daños en las vías de la zona oriental baja de la ciudad de Tunja, en la ilustración 17 se presenta de manera gráfica el tipo de daño de las vías del oriente bajo.

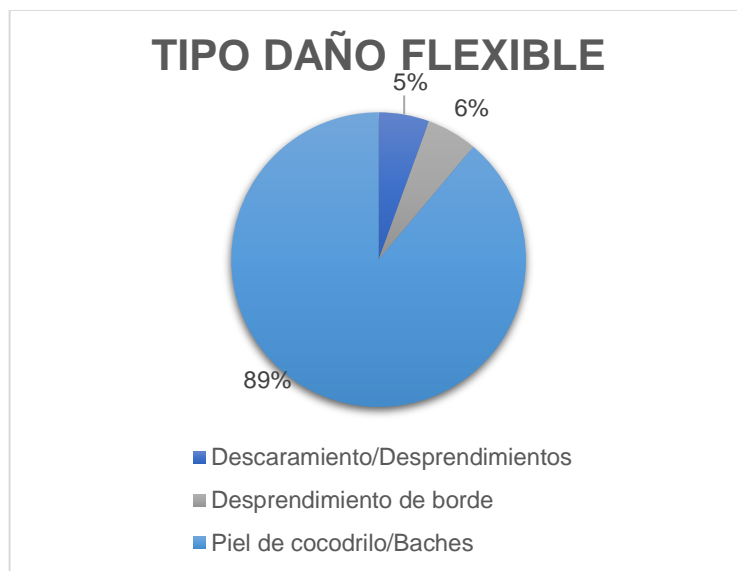
Ilustración 17 Estado de las vías Zona Oriente Baja



*Fuente: Elaboración Propia.*

En cuanto al daño flexible presentado en la Zona Oriente Baja de la ciudad de Tunja predominan los daños por piel de cocodrilo o baches en un 89% de los daños.

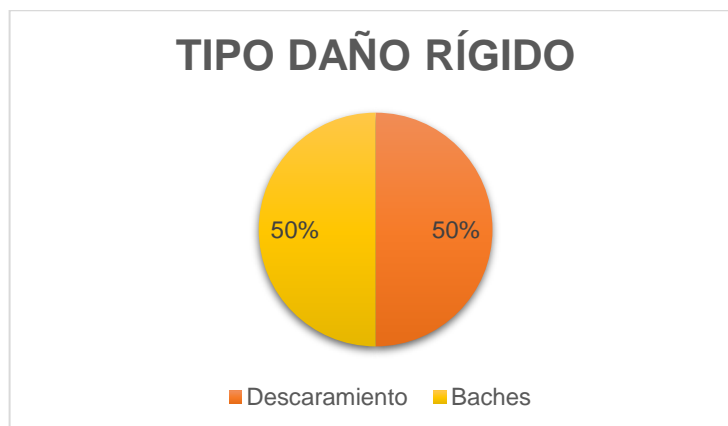
Ilustración 18 Tipo de daño flexible



*Fuente: Elaboración Propia*

Los daños en pavimento rígido se presentan de igual manera en baches y descaramiento.

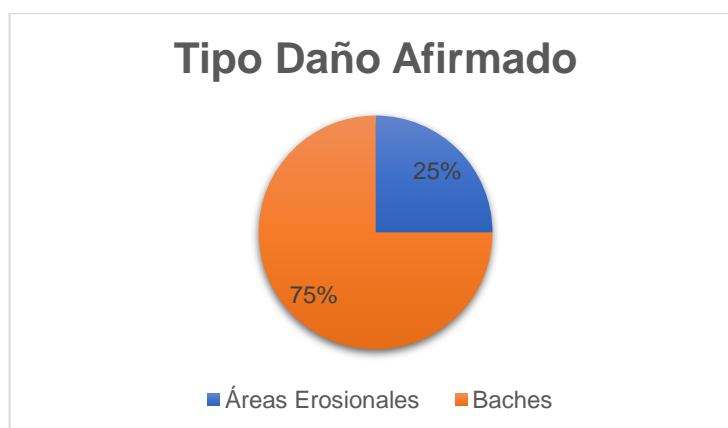
Ilustración 19 Tipo daño rígido



*Fuente: Elaboración Propia.*

En cuanto a los daños sobre la superficie de afirmado se tienen baches y áreas erosionadas, siendo los baches los de mayor predominación.

Ilustración 20 Tipo Daño Afirmado



*Fuente: Elaboración Propia*

El descuido por parte del municipio, la creación de vías por parte de los ciudadanos que se abren camino como pueden para tener acceso a sus lotes y sus viviendas genera una impresión visual y estética desfavorable, la nomenclatura en este sector tampoco es clara, la malla vial de nomenclatura que posee la Alcaldía no coincide en muchos de los casos con la nomenclatura predial encontrada en campo, estas aclaraciones se encuentran en el atributo de OBSERVACIONES de la capa 01\_TRAMOVIA.

La cantidad de daños encontrada en la zona de estudio es alarmante y demuestra la necesidad de planear y organizar por parte de la Alcaldía de Tunja en zonas urbanas y suburbanas descuidadas, las causas de los daños en las vías de tipo de superficie: pavimento asfáltico, considerando que en su mayor proporción los daños presentados son piel de cocodrilo puede deberse a que el espesor de la estructura no es el adecuado, a que la sub rasante este presentando deformaciones, problemas de drenajes que afectan directamente a los materiales granulares, oxidación o envejecimiento de la mezcla asfáltica, estos factores reducen la capacidad estructural de las capas del pavimento, además el paso de tránsito muy posiblemente mayor para el que estaba diseñado; en cuanto a los baches el deterioro puede presentarse por un mal manejo de drenaje lo que causa una acumulación de agua sobre la vía y ante la acción del tránsito se aumenta la cantidad de esfuerzos sobre la superficie del pavimento, esto genera deformaciones y una consecuente falla del pavimento, este daño en especial es una evolución de la piel de cocodrilo.

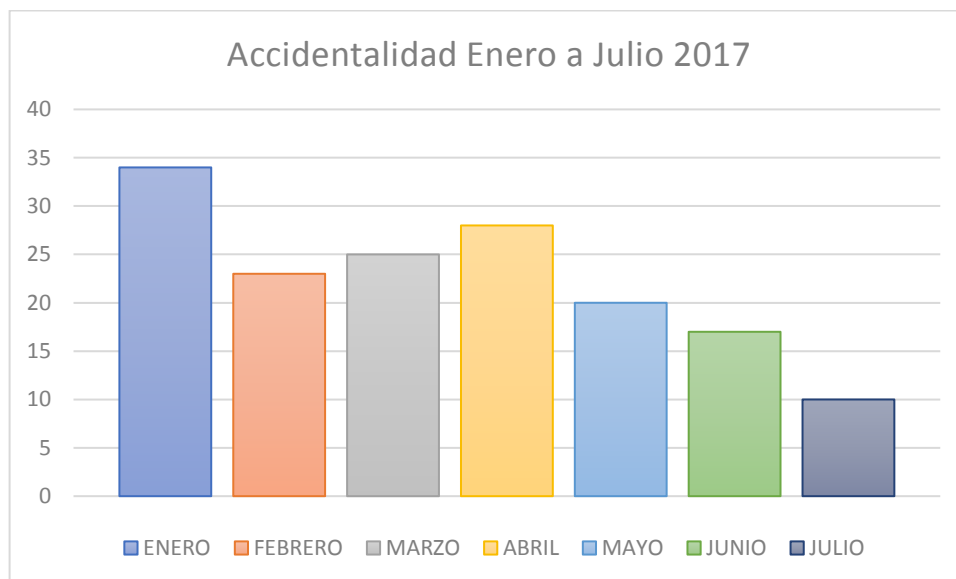
En cuanto a los daños en pavimento rígido se evidenciaron tanto baches como descaramiento, las posibles causas del descaramiento radican básicamente en detalles del abanado de las losas de pavimento, cuando se presenta el proceso de exudación de mortero y agua se genera una superficie de concreto muy débil, el efecto del tránsito solo empeora la situación del pavimento dando origen al descaramiento y levantamiento del material de la superficie que solo empeora con el paso del tiempo aumentando tanto en profundidad como en área; el caso de los baches no es muy diferente, sus posibles causas radican en diseños insuficientes de la estructura del pavimento, malos drenajes lo que genera retención de aguas en la superficie de la vía y adicionando a eso la acción abrasiva de la carga de tránsito sobre sectores débiles o áreas con daños no evolucionados provoca la desintegración y remoción de la superficie del pavimento. Respecto a los daños encontrados en las superficies de Afirmado correspondientes a áreas erosionales y baches radican de igual manera en problemas de drenaje y el efecto abrasivo de las cargas de tránsito presentadas en el sector, la falta de cunetas que encaucen las aguas hacia las alcantarillas, el estancamiento del agua sobre la superficie de la vía debido al poco o nulo bombeo que presenta la sección transversal de las mismas y la falta de recubrimiento para proteger el terreno que está expuesto a los esfuerzos del tráfico genera erosión y daño en las vías.

### **6.3 EVALUACIÓN DE LA ACCIDENTALIDAD EN LA CIUDAD DE TUNJA**

La evaluación de la accidentalidad en la ciudad de Tunja, en base a la información suministrada por la Alcaldía Mayor de Tunja se realiza únicamente para los meses

de enero a julio del año 2017. Durante esos siete meses se presentaron 157 accidentes en la ciudad de Tunja, en el mes de enero 34 accidentes, 23 en el mes de febrero, 25 en el mes de marzo, 28 en el mes de abril, 20 en el mes de mayo, 17 en el mes de junio y 10 en el mes de julio. Se presenta la información de análisis de la accidentalidad para cada uno de los meses.

Ilustración 21 Accidentalidad Enero a Julio 2017



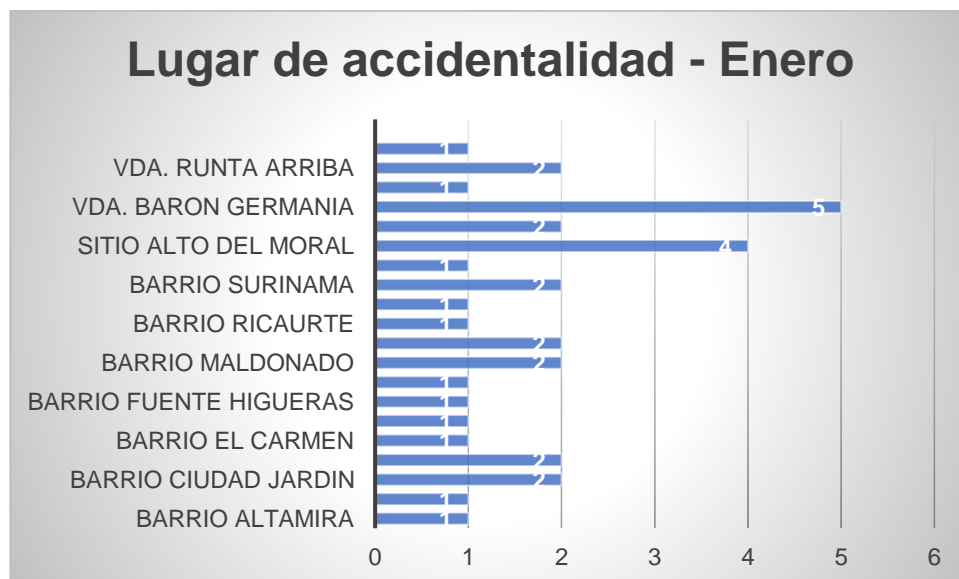
Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.1 ACCIDENTALIDAD MES DE ENERO DE 2017

De los 34 accidentes presentados en la ciudad de Tunja para el mes de enero 15 tienen lugar en tramos rurales y 19 en tramos urbanos, siendo el día con mayor ocurrencia de accidentes los días sábado, la modalidad de accidente más recurrente a su vez es la de accidente de tránsito moto, y el “arma o medio” del accidente que más se repite es el vehículo. En cuanto a las víctimas se encuentra que fueron más los hombres que las mujeres 18 contra 16, el rango de edad va desde 1 año hasta 80, el promedio de edad de accidentados en el mes de enero fue de 36 años, la mayoría de las víctimas tiene nivel de educación de Secundaria, la causa de lesión de las víctimas más común es la de colisión vehículo – moto y se registraron dos muertes en accidentes de tránsito, se determinaron como “HOMICIDIO AT”. En la Ilustración 18 se representa mediante un diagrama de barras los distintos lugares

de accidentalidad en el mes de enero y su frecuencia. En función de la ilustración 19 es posible denotar que el pico de accidentes se presenta en el mes de enero y es factible relacionar la cantidad de accidentes con la época del año, con imprudencias por parte de los conductores y de los peatones.

Ilustración 22 Lugar de accidentalidad - enero

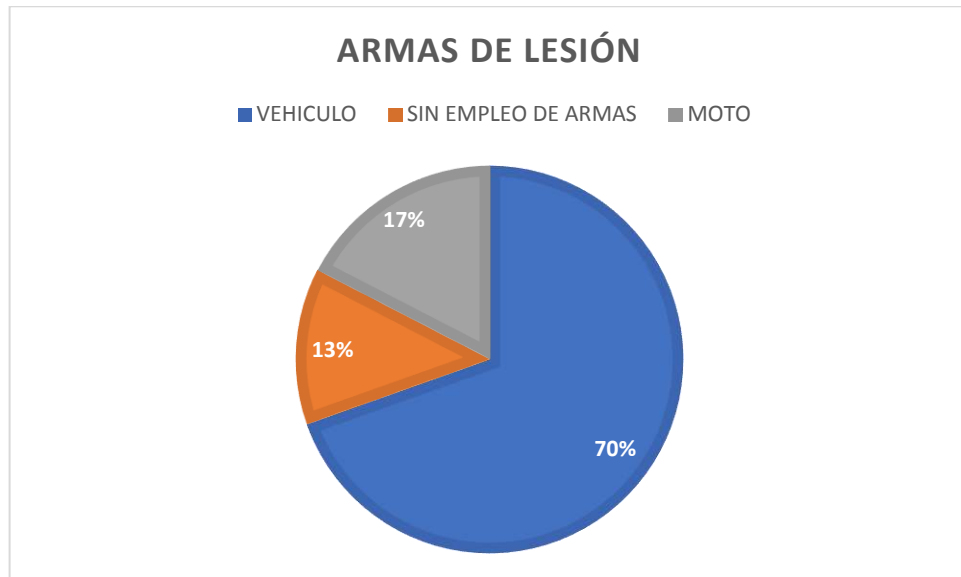


Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.2 ACCIDENTALIDAD MES DE FEBRERO DE 2017

En el mes de febrero con una ligera reducción en los accidentes presentados en la ciudad de Tunja tienen lugar solo dos accidentes en la zona rural y 21 en la zona urbana, los barrios Santa Lucía, Maldonado, Urbanización Las Quintas presentan la mayor recurrencia de accidentes, el día de la semana donde más accidentes se presentaron este mes fue el sábado igual que en el mes de enero y el día en el que menos accidentes se presentaron fue el día viernes, la modalidad más periódica fue la de accidente en moto, seguida por accidente tránsito peatón, el arma o medio más recurrente en el mes de febrero fue el vehículo, nuevamente en cuanto a las víctimas son más los hombres que las mujeres, el rango de edad va desde los 0 años hasta los 85 años, y la causa de lesión de víctimas más frecuente es la colisión vehículo – moto, al igual que el mes de enero se encuentra que la gravedad de tres accidentes conllevan a la muerte de las víctimas. En la Ilustración 23 es posible evidenciar que el “arma” que más accidentes causó fue el vehículo.

Ilustración 23 Armas lesión - febrero

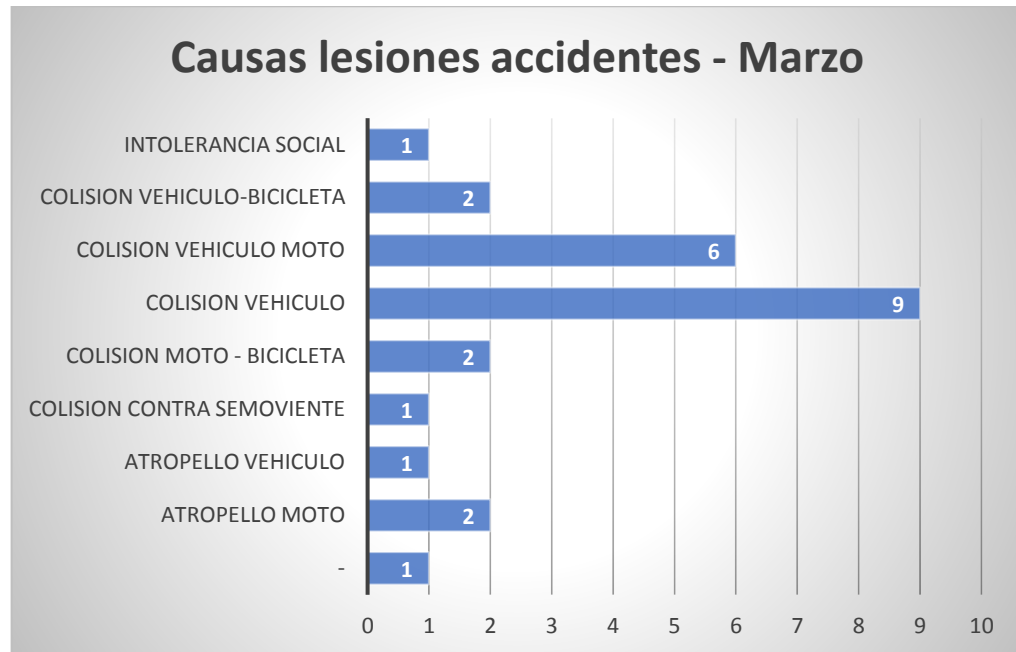


Fuente: Elaboración Propia.

### 6.3.3 ACCIDENTALIDAD MES DE MARZO DE 2017

De los 25 accidentes ocurridos en el mes de marzo 4 se presentaron en la zona rural de la ciudad y los restantes 21 en la zona urbana, siendo los barrios más recurrentes Asís, José Joaquín Camacho, Muiscas, y Portal de Alta gracia; a diferencia de los dos meses anteriores el día de mayor recurrencia de accidentes fue el viernes (8), seguido por el jueves (6), la modalidad más evidenciada en este mes fue la de accidente de tránsito vehículo y el “arma” más usada sigue siendo el vehículo, las víctimas siguen siendo en su mayor parte hombres, el rango de edad es de 0 a 67 años, la causa de lesión de mayor frecuencia es la colisión de vehículo, y para este mes solo se presentaron dos homicidios. En la ilustración 23 se presenta la información de las causas de las lesiones y accidentes durante el mes de marzo y en la ilustración 24 se realiza una discriminación de las víctimas por su género.

Ilustración 24 Causas lesiones accidentes – marzo



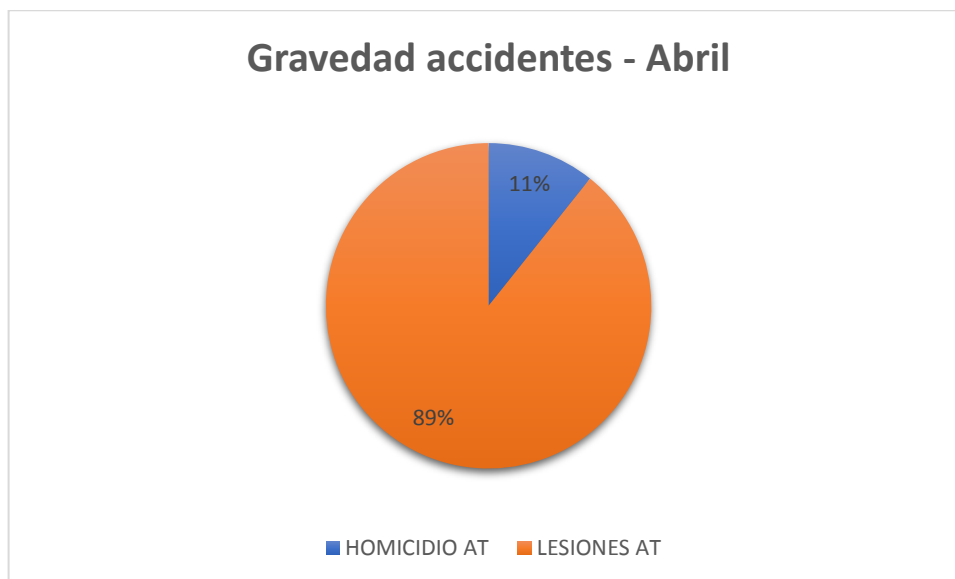
Fuente: Elaboración Propia

#### 6.3.4 ACCIDENTALIDAD MES DE ABRIL DE 2017

El mes de abril es el segundo mes de mayor accidentalidad para la evaluación de este proyecto, con un 10% de accidentes en la zona rural y el 90% en la zona urbana, los barrios con mayor recurrencia de accidentalidad para este mes son el Villa Luz, Maldonado, Mesopotamia y Muiscas, el día de mayor repetición de accidentes fue el domingo, la modalidad de mayor frecuencia fue la de accidente de tránsito peatón y el “arma” o medio de lesión más periódico fue el vehículo. En cuanto a las víctimas sigue siendo mayor el número de hombres involucrados en un accidente de tránsito, el rango de edad va desde los 5 a 76 años, la causa de lesión de la mayoría de los accidentes presentados en este mes fue el atropello por vehículo, y existieron tres homicidios, en la ilustración 25 se clasifican los accidentes en función de su gravedad.



Ilustración 25 Gravedad accidentes – abril

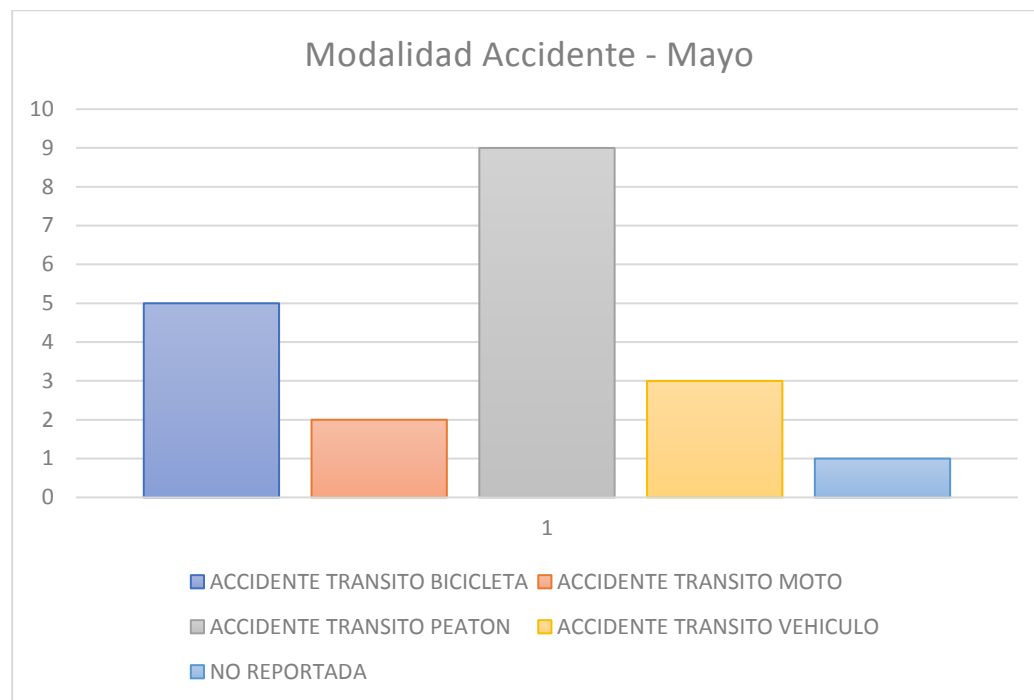


*Fuente: Elaboración propia*

### **6.3.5 ACCIDENTALIDAD MES DE MAYO DE 2017**

De los 20 accidentes ocurridos en el mes de mayo el 15% tuvo lugar en la zona rural de la ciudad de Tunja y el 85% restante en la zona urbana, los barrios donde se presentó la mayor cantidad de accidentes fueron Mesopotamia y La Granja, los días con mayor recurrencia de accidentes fueron el martes y el sábado, la modalidad de accidente de tránsito de peatón fue la más reiterada y el vehículo el “arma” más utilizado, en cuanto a las víctimas siguen siendo los hombres los más afectados, el rango de edad va desde los 0 años hasta los 60, en este caso para este mes fueron 4 los menores de edad que se vieron involucrados en un accidente de tránsito. La causa más evidente de lesión o muerte fue el atropello por moto, en este mes solo ocurrió un deceso. En la Ilustración 26 se representa de manera esquemática la modalidad de accidente de tránsito en el mes de mayo.

Ilustración 26 Modalidad accidente de tránsito - mayo

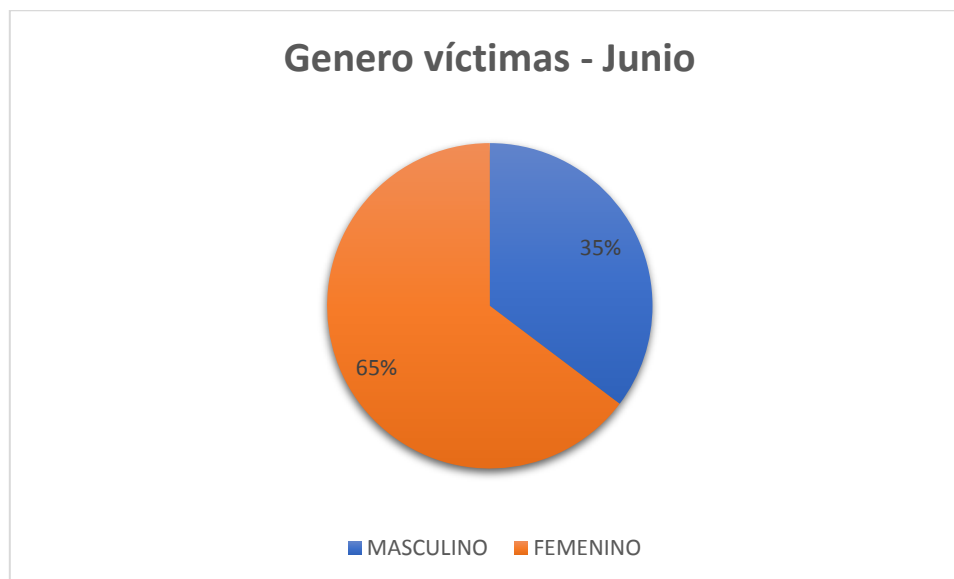


Fuente: Elaboración propia.

### 6.3.6 ACCIDENTALIDAD MES DE JUNIO 2017

En el mes de junio se evidencia una reducción en la accidentalidad no hay reporte de ningún accidente en la zona rural de la ciudad de Tunja, los barrios con mayor accidentalidad son el Surinama y el Centro, el día con mayor recurrencia de accidentes es el martes, seguido por el sábado, la modalidad más recurrente es accidente de tránsito peatón, el “arma” o medio más reiterativo es el vehículo. En cuanto a las víctimas siguen siendo los hombres los más involucrados en accidentes de tránsito, el rango de edad va desde los 8 hasta los 88 años, la causa de lesión más común fue el atropello por vehículo, y no se presentan homicidios este mes. En la ilustración 27 se evidencia la discriminación por género de los accidentes de tránsito para el mes de junio.

Ilustración 27 Genero víctimas – junio

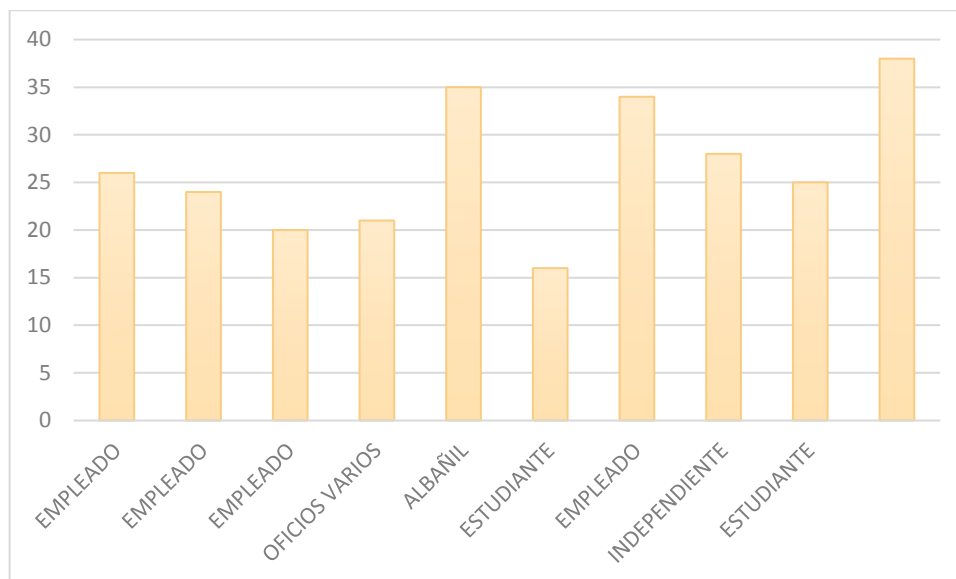


*Fuente: Elaboración propia.*

### 6.3.7 ACCIDENTALIDAD MES DE JULIO 2017

El mes que menos accidentalidad presenta para este trabajo es el mes de julio, con solo 10 accidentes dos de ellos en la zona rural de la ciudad de Tunja, en este mes ningún barrio es frecuente en accidentes cada uno de los episodios ocurrió en un sector diferente, los días de mayor o igual recurrencia de accidentes fueron el jueves, lunes, martes y sábado, el día viernes no se reportó ningún accidente, la modalidad de accidente de tránsito moto y accidente de tránsito peatón fueron los reincidentes, el medio o “arma” reiterativo fue el vehículo y en este mes fueron más las víctimas mujeres que los hombres, el rango de edad de los accidentes fue de 16 a 38 años, la causa de mayor impacto fueron la colisión vehículo – moto y el atropello por vehículo, no se reportaron decesos. En la ilustración 28 se representa el rango de edad de las víctimas con el grado de estudio y/u ocupación.

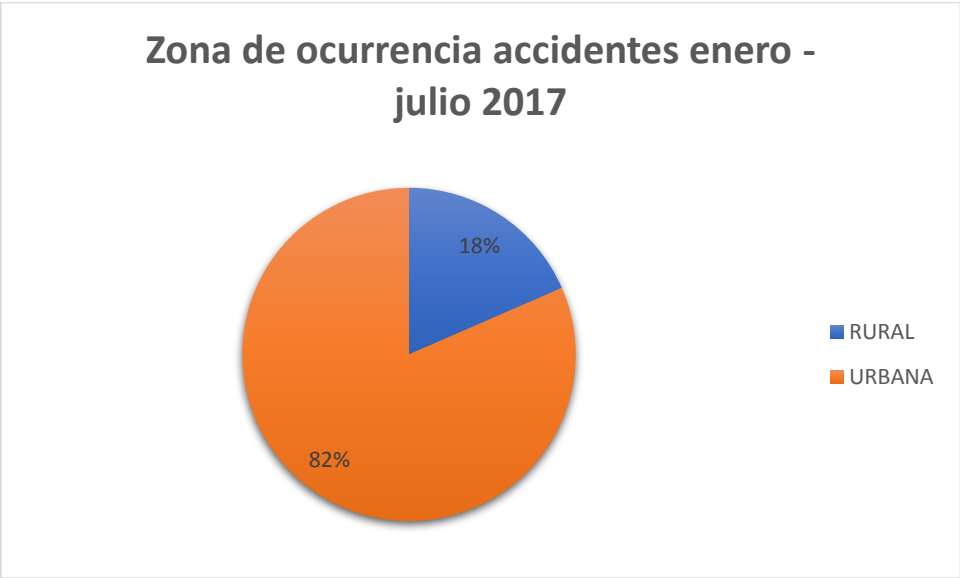
Ilustración 28 Rango de edad víctimas, ocupación – Julio



Fuente: Elaboración propia.

En general es posible evidenciar que los accidentes reportados por la Secretaría de Tránsito y Transporte son bastantes 157 accidentes de tránsito en el primer semestre del 2017 y es necesario recalcar que esta evaluación y análisis está sujeta exclusivamente a los datos reportados por la entidad, y que deben ser muchos más los accidentes que no se reportan debido a que los ciudadanos consideran que no es necesario llamar a la autoridad competente y llegar a un acuerdo cuando el accidente no tiene una gravedad considerable. Durante el análisis realizado a cada mes se denota que en su mayoría las víctimas fueron del género masculino, que el rango de edad de las víctimas es bastante amplio, y en muchas ocasiones las consecuencias de estos accidentes fueron fatales. En la Ilustración 26 se representa de manera gráfica la zona de ocurrencia de los accidentes durante los primeros siete meses del 2017, el 18% de los accidentes reportados se encuentran localizados en la zona rural de Tunja y el restante 82% en la zona urbana, esto se ve directamente relacionado con el flujo de vehículos que transita por la zona urbana.

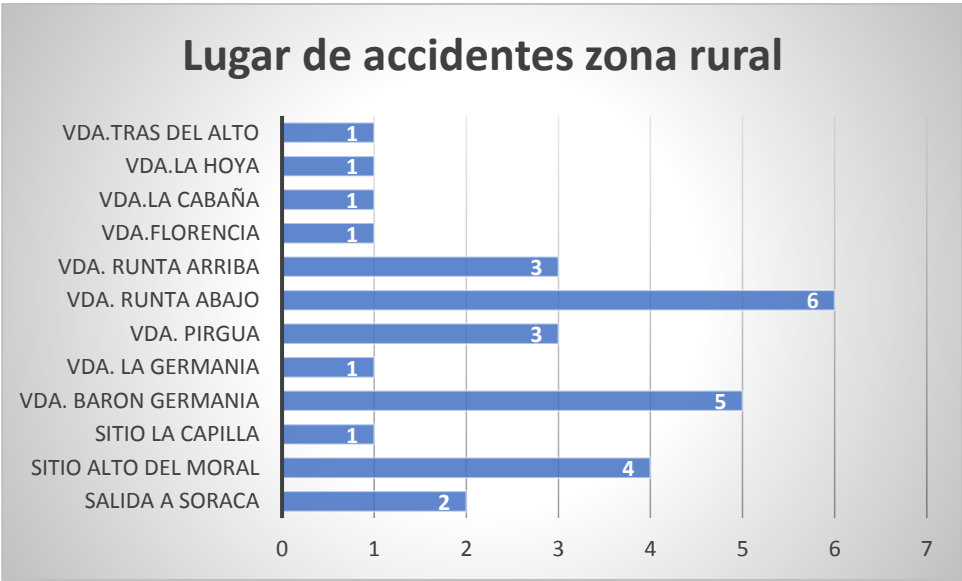
Ilustración 29 Zona de Ocurrencia accidentes de enero a julio de 2017



Fuente: *Elaboración Propia.*

En la ilustración 30 se representa el lugar donde ocurrieron los accidentes en la zona rural de la ciudad de Tunja para el periodo de enero a julio de 2017, siendo la Vda. De Runta Abajo el lugar con mayor recurrencia de accidentes.

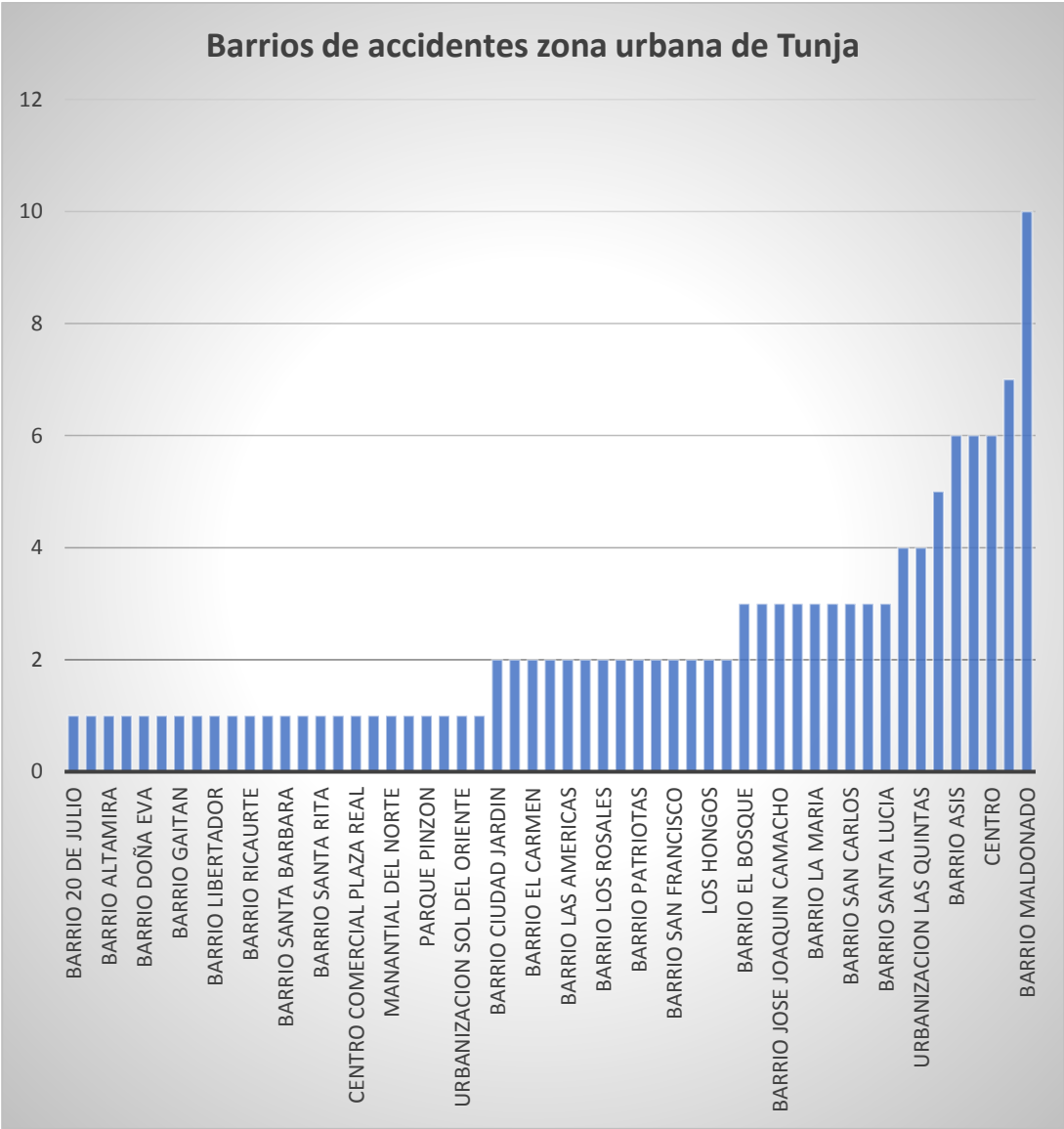
Ilustración 30 Lugar accidentes zona rural Tunja enero a julio 2017



Fuente: *Elaboración Propia.*

En cuanto a la zona urbana, la distribución de los accidentes se presenta en la ilustración 31, con más accidentalidad se encuentra el barrio Maldonado, seguido por el barrio Mesopotamia, Urbanización las Quintas, se evidencia que el sector de mayor accidentalidad comprende el centro histórico, y el sector norte.

Ilustración 31 Barrios accidentes zona urbana de Tunja enero a julio 2017



Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 12 se presentan la información de modalidad discriminada en base a la clasificación presentada en la base de datos de accidentalidad, se determina que

los accidentes de tránsito moto y accidente de tránsito de peatón son los más comunes en el análisis realizado para los meses de enero a julio del 2017.

Tabla 12 Porcentajes de información modalidad de accidentalidad enero a julio 2017

<b>MODALIDAD</b>	<b>%</b>
ACCIDENTE TRANSITO BICICLETA	13,28
ACCIDENTE TRANSITO MOTO	33,59
ACCIDENTE TRANSITO PEATON	33,59
ACCIDENTE TRANSITO VEHICULO	16,40
CAIDA	2,34
NO REPORTADA	0,78
TOTAL	100

*Fuente: Elaboración Propia.*

En la Tabla 13 se tabula la información de “arma” o medio del accidente, el vehículo es el medio que más predomina en los accidentes presentados en la ciudad de Tunja durante los meses de enero a julio del 2017.

Tabla 13 "Arma" o medio de accidentalidad enero a julio 2017

<b>ARMA O MEDIO</b>	<b>%</b>
MOTO	14,84
SIN EMPLEO DE ARMAS	12,5
VEHICULO	72,65
TOTAL	100

*Fuente: Elaboración Propia.*

En cuanto a las víctimas de los accidentes ocurridos en la ciudad de Tunja durante el periodo descrito anteriormente el 62.6% de las víctimas son de género masculino y el restante 37.4% femenino, el rango de edad varía desde los 0 años hasta los 88 años, durante los siete meses de estudio fueron 23 los menores de edad afectados o lesionados a causa de estos accidentes, el 5.09% de los accidentes terminaron en homicidio 8 personas fallecieron durante los primeros siete meses del 2017. La colisión vehículo – moto, y atropello por vehículo son las causas más reiterativas de accidentes en la ciudad de Tunja. En el ANEXO I se presenta un mapa con la accidentalidad presentada en la ciudad de Tunja en los meses de enero a julio del 2017.

Analizando los datos y estadísticas determinadas en este estudio de la accidentalidad se puede evidenciar que la situación de inseguridad vial que se

presenta en Colombia no es ajena o indiferente a la ciudad de Tunja, aunque no todos los accidentes resultan en lesiones fatales y hay que aclarar que muchos de los accidentes que se presentan en la ciudad así como en todo Colombia los involucrados prefieren solucionar sin llamar a la autoridad competente cuando los daños no involucran nada grave, pero aun así la cantidad de accidentes reportados en los primeros siete meses del 2017 es alta, las posibles causas de la accidentalidad generalmente son el exceso de velocidad, la imprudencia de los conductores al no respetar señales de tránsito, semáforos, al manejar mientras están manipulando el celular o aparatos electrónicos, no usar el cinturón de seguridad, fallas mecánicas con los vehículos, imprudencia de los demás conductores, o motociclistas, conducir bajo los efectos del alcohol o sustancias psicoactivas, pero otros factores que influyen en la accidentalidad aparte de acciones del ser humano, radican en el terreno o la misma superficie de las carreteras, la cantidad de daños o el estado de las vías de la ciudad de Tunja no es el mejor, en muchos sectores es posible encontrar baches, depresiones, hundimientos en las vías sobre todo en las carreteras no principales.

Se encontró que la mayor frecuencia de accidentes se presenta en el barrio “Maldonado” este sector tiene una gran cantidad de vehículos circulando por sus vías esto debido a que este sector conecta el centro de la ciudad con el norte, no se encuentra relación directa del estrato con la accidentalidad, más bien si con el uso predial, es posible determinar qué zonas donde el uso predial no es precisamente residencial sino más bien comercial al presentar un ligero aumento de tráfico aumenta también la posibilidad de ocurrencia de accidentes, las pendientes demasiado pronunciadas encontradas en la ciudad de Tunja es un factor a considerar también, ya que si el carro presenta fallas mecánicas, si no se respetan las señales de “PARE” o “CEDA EL PASO” puede desencadenar en una tragedia.

Unas recomendaciones para la reducción de accidentes en la ciudad de Tunja pueden ser en primera instancia la conciencia vial sin esta, sin el respeto a las señales de tránsito, al peatón, a los demás conductores, la accidentalidad no va a verse disminuida; es necesario que la Administración Municipal invierta recursos no solo en re-parcheos, también en señalización tanto vertical como horizontal, en semáforos, en rutas alternativas para descongestionar las vías de la ciudad, no solo hay que prestar atención a las vías principales, las vías del suburbio también requieren atención, la vida de los ciudadanos, la seguridad y comodidad se ve realmente afectada con el mal estado de las vías y la cantidad de accidentes.

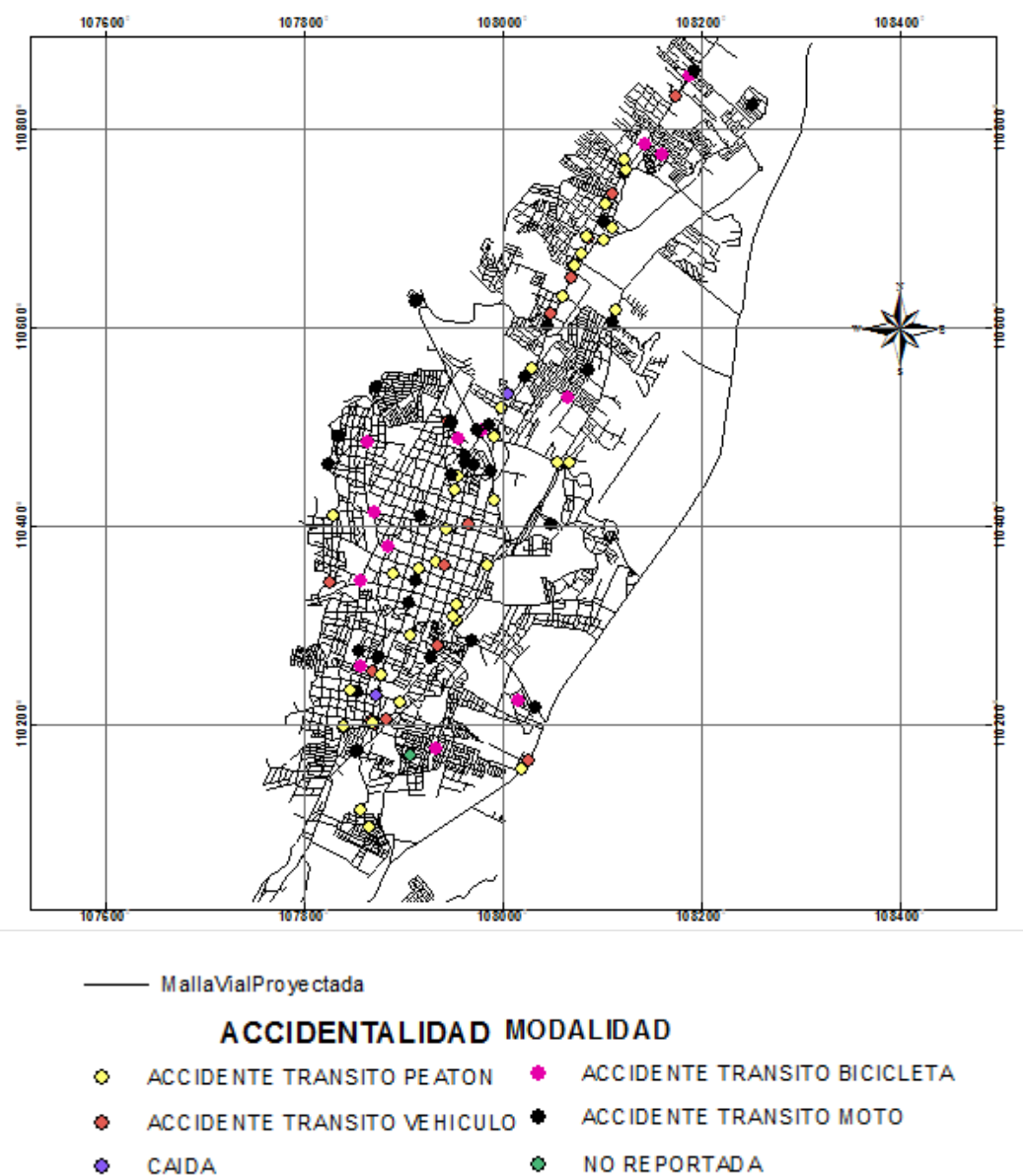


En la ilustración 32 se presenta la accidentalidad en Tunja en el periodo de enero a julio de 2017, clasificada por modalidad de accidentes se puede evidenciar que los accidentes de tránsito moto y de bicicleta predominan y resaltan más a lo largo de la ciudad, esto puede deberse principalmente a la imprudencia de los conductores y de los involucrados en el accidente, el hecho de no respetar las señales de tránsito, ir a una velocidad superior de la permitida, no portar con los implementos de seguridad como casco, chaleco reflectivo, genera un aumento de probabilidad de que se genere un accidente, el estado de las vías es otro factor clave que repercute en la accidentalidad de la ciudad, accidentes como caídas se reportan y representan también en este trabajo.

Los accidentes por atropello de peatón son importantes y de gran magnitud, es importante resaltar que si bien es responsabilidad del conductor respetar la vida del peatón y velar por no accidentar a nadie, la imprudencia que se ve día a día en la ciudad por parte de los peatones no se puede dejar pasar, el hecho de que no utilicen los puentes peatonales por pereza o porque según el usuario está muy lejos de donde pueda estar ubicado en el momento, pasar las calles con semáforos en verde, y no cruzar por las cebras diseñadas y elaboradas en las vías para el paso exclusivo de peatones aumenta la cantidad de accidentes, es importante tanto para conductores como para peatones respetar las señales de tránsito, respetar la vida de los otros seres humanos y ser conscientes con la situación de inseguridad vial que azota la ciudad de Tunja.

Es posible destacar del mapa elaborado que las zonas donde más se evidencia accidentalidad ocurren sobre las avenidas y vías importantes de la ciudad, sobre la Kr 6 o más bien conocida como la Avenida Norte se destacan un número significativo de accidentes y en cuanto a la modalidad sobresalen los accidentes de tránsito a peatón; en cuanto al centro histórico de la ciudad de Tunja se encuentra también una gran cantidad de incidentes pero no puede establecerse un patrón definido o modalidad que destaque más aunque se podría decir que destacan más los accidentes a peatón. A la altura de la glorieta norte de la ciudad de Tunja se presenta accidentalidad en modalidad de accidente tránsito moto, esto puede deberse a la imprudencia de los motociclistas a la hora de conducir, el no transitar siempre por la derecha y no respetar el vehículo que se encuentra circulando por la glorieta.

Ilustración 32 Mapa accidentalidad en la ciudad de Tunja discriminado por modalidad de accidente



Fuente: Elaboración Propia.

## 7. CONCLUSIONES

El trabajo realizado desde el 09 de agosto hasta el 14 de diciembre de 2017, que consistió en el apoyo a la actualización del inventario vial y catastral de la zona oriente baja de la ciudad de Tunja, conformada por 109 vías que comprenden un total de 21.51 km, y la Ruta 55 que corresponde a 13.94 km para llegar a una totalidad de 34.45 kilómetros georreferenciados, cumpliendo con todos los requerimientos solicitados por el Ministerio de Transporte por medio del Decreto 1067 de 2015 y también por la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, se logró:

- Estructurar la geodatabase de la malla vial georreferenciadas con la información catastral de la zona oriente baja y de la ruta 55.
- Se evaluó la accidentalidad de la ciudad de Tunja para los meses de enero a julio del año 2017, fue posible evidenciar que los números de accidentalidad son bastantes con un total de 157 accidentes y 8 muertos.
- El estado de la malla vial del sector oriente bajo no es el mejor, solo el 22% de las vías no presentan daños y esto representa bastantes repercusiones en el sentido estético, urbanístico, de bienestar de las personas que viven en el sector, de accidentalidad.
- La Alcaldía recolectó información nueva, 26 vías de las cuales no tenían conocimiento ya que son vías que abre la comunidad para tener acceso a sus viviendas es un caso recurrente en la Urbanización Monseñor de Baracaldo y debido a que estas vías no están legalizadas por la Alcaldía, las empresas de servicios públicos como lo son el acueducto y alcantarillado no tienen cobertura en este sector.
- No se evidencian trabajos de mantenimiento vial en la zona oriente baja de la ciudad de Tunja, si bien desde la Secretaría de Infraestructura se ha venido adelantando el proceso de re-parcheo de las vías, muchas de las vías tienen superficie en Destapado, lo cual es más susceptible a la erosión, baches.

La información recolectada y procesada se entregó a la Alcaldía Mayor de Tunja para que en base a esta se adelante la modificación del Plan de Ordenamiento Territorial y se recolecte la información para reportarla al SINC.

## **8. RECOMENDACIONES**

Antes de realizar trabajos de esta índole es fundamental contar con los Software y Hardware necesarios, los receptores GNSS son los equipos base para realizar el inventario vial y catastral ya que son los que captan y almacenan la información requerida, estos equipos deben contar con las características suficientes para poder realizar un postproceso o corrección diferencial, y adicional a esto con los programas necesarios para su adecuación, además el personal debidamente capacitado es totalmente ineludible. La preparación del trabajo antes de las salidas a campo, organización de cronograma y planificación del trabajo a realizar mejora notablemente el rendimiento de trabajo.

Los Sistemas de Información Geográfica representan una herramienta clave para la Oficina de Planeación de la Alcaldía Mayor de Tunja, por lo tanto, deben seguir implementándose, capacitándose y utilizándose. Es necesario prestar atención a las vías nuevas que tienen superficie en destapado, legalizarlas, para que así las empresas prestadoras de servicios atiendan las necesidades de la comunidad en este sector.

Los jefes o ingenieros contratistas deben hacer una revisión minuciosa del trabajo, de salidas previas a campo y del respectivo postproceso e informes, esto para evitar retrasos en el trabajo, realizar trabajos incompletos o tener que volver a realizar trabajo de campo cuando ya se realizó trabajo en este sector y se cumplió el cronograma de tal sector.

La continuidad de este trabajo con un nuevo grupo de pasantes es necesario para que se termine y complete la recolección de la información de la totalidad de la ciudad de Tunja, para así terminar la modificación excepcional del Plan de Ordenamiento Territorial y además reportar la respectiva información vial al SINC.

## BIBLIOGRAFIA

SENADO DE LA REPUBLICA. Ley 1228 del 2008.

SENADO DE LA REPUBLICA, Ley 388 de 1997.

SENADO DE LA REPUBLICA, Decreto 3496 de 1983.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Resolución 1860 de 2013.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Resolución 1067 de 2015.

MINISTERIO DE TRANSPORTE, Resolución 5574 de 2016.

INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI, Resolución 070 de 2011.

ALCALDÍA MAYOR DE TUNJA, Decreto Municipal 0241 de 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras. 2008.

INSTITUTO DISTRITAL DE RECREACIÓN Y DEPORTE. “Aplicaciones de los SIG”. {En línea}. {10 de febrero de 2018} disponible en: (<http://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/content/aplicaciones-de-los-sig>).

ELNACE SIG RED NACIONAL. “Procedimiento sistemas de información geográfica SIG”. {En línea}. {11 de febrero de 2018} disponible en: <https://www.unidadvictimas.gov.co/sites/default/files/documentosbiblioteca/procedimientosistemasdeinformaciongeograficav1.pdf>

IGAC. CIAT. “Mejora de los Sistemas de Cartografía del Territorio colombiano”. {En línea} {11 de febrero de 2018} disponible en: [ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG\\_Modulo.pdf](ftp://ftp.ciat.cgiar.org/DAPA/planificacion/GEOMATICA/SIG/SIG_Modulo.pdf)

ULISES MENA, H. “Aplicación de los sistemas de la información geográfica en la ingeniería civil”. {En línea}. {6 de febrero de 2018} disponible en: <https://www.ineel.mx/boletin022007/tend.pdf>

HUERTA, Eduardo. MANGIATERRA, Aldo. NOGUERA, Gustavo. GPS posicionamiento satelital. Rosario. 2005

GARCIA ALVAREZ, David Abelardo. “Sistema GNSS (global navigationsatellitesystem)”. Proyecto fin de carrera. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. Escuela Politécnica Superior. Dpto. de Ingeniería Informática, 2008.

UNIVERSIDAD DE ALCALA. “Sistema de Navegación satelital teoría de la señal y las comunicaciones” {En línea}. {8 de febrero de 2018} disponible en: <http://agamenon.tsc.uah.es/Asignaturas/ittst/rdet/apuntes/gnss.pdf>

BAENA CAPILLA, Manuel. “Desarrollo de un software para la gestión de correcciones RTCM de la red andaluza de posicionamiento para navegadores de código (GEORAP)” {En línea}. {12 de febrero de 2018} disponible en: <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/11417/fichero/Cap%C3%ADculos+%252F2-+Sistema+de+Navegacion+con+ayuda+de+sat%C3%A9lites.pdf>

UNIDAD ADMINISTRATIVA DISTRITAL. “¿Qué es el censo inmobiliario?”. {En línea}. {11 de febrero de 2018} disponible en: <https://www.catastrobogota.gov.co/es/censo-inmobiliario/que-es-el-censo-inmobiliario>

GARCIA, David. Sistema GNSS (GLOBAL NAVIGATION SATELLITE SYSTEM). Madrid, 2008, pg. 7. Universidad Autónoma de Madrid. Dpto. de Ingeniería Informática.

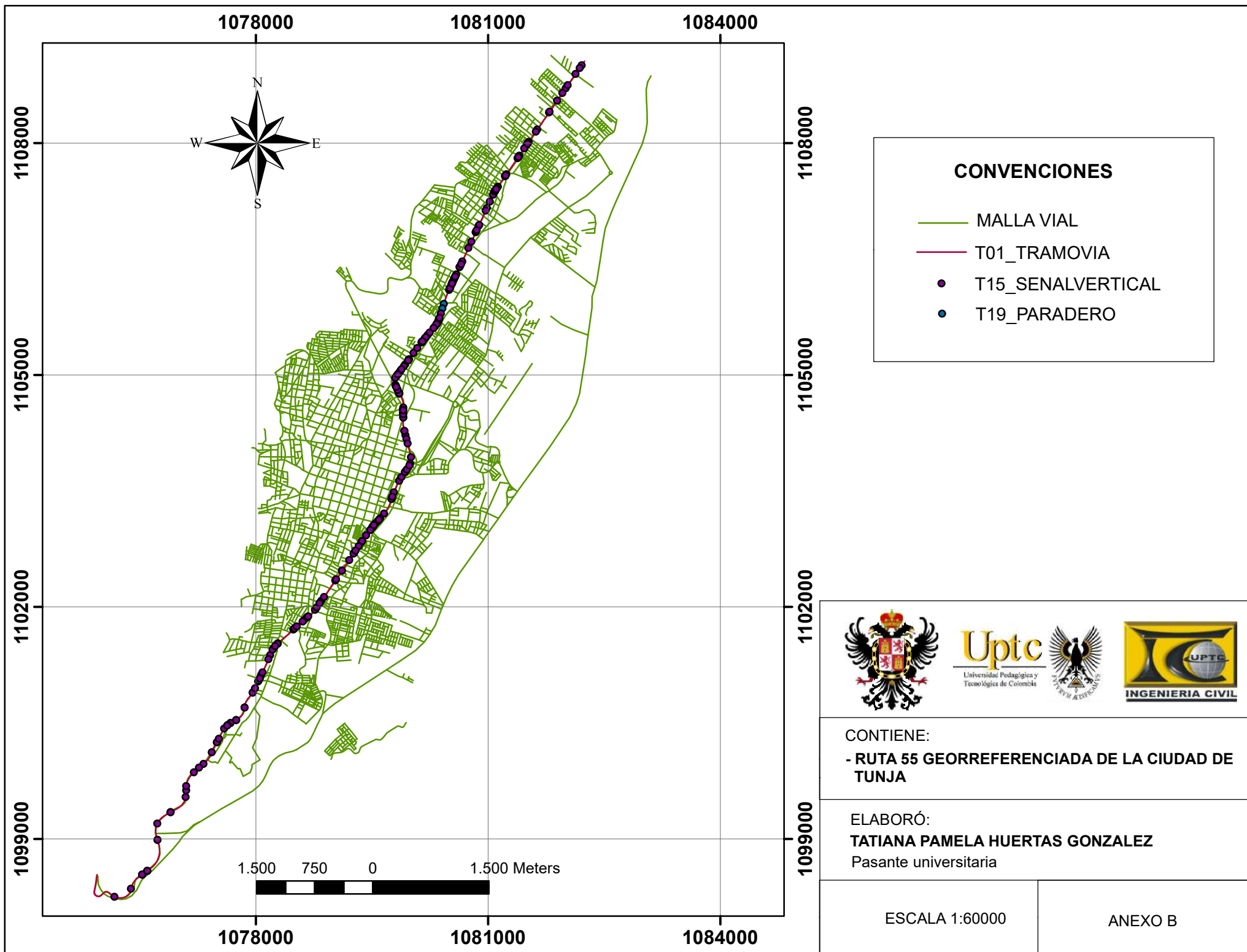
Instituto del Mar del Perú – IMARPE. “Introducción a los Sistemas de Información Geográfica”. 2007. {En línea}. {11 de febrero de 2018} disponible en: <http://www.imarpe.gob.pe/argen/adc/sig/sig.html>

MAGUIRE, DJ. “An overview and definition of GIS”. 2010. {En línea}. {13 febrero de 2018} disponible en: [http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1\\_ch1.pdf](http://www.wiley.com/legacy/wileychi/gis/Volume1/BB1v1_ch1.pdf)

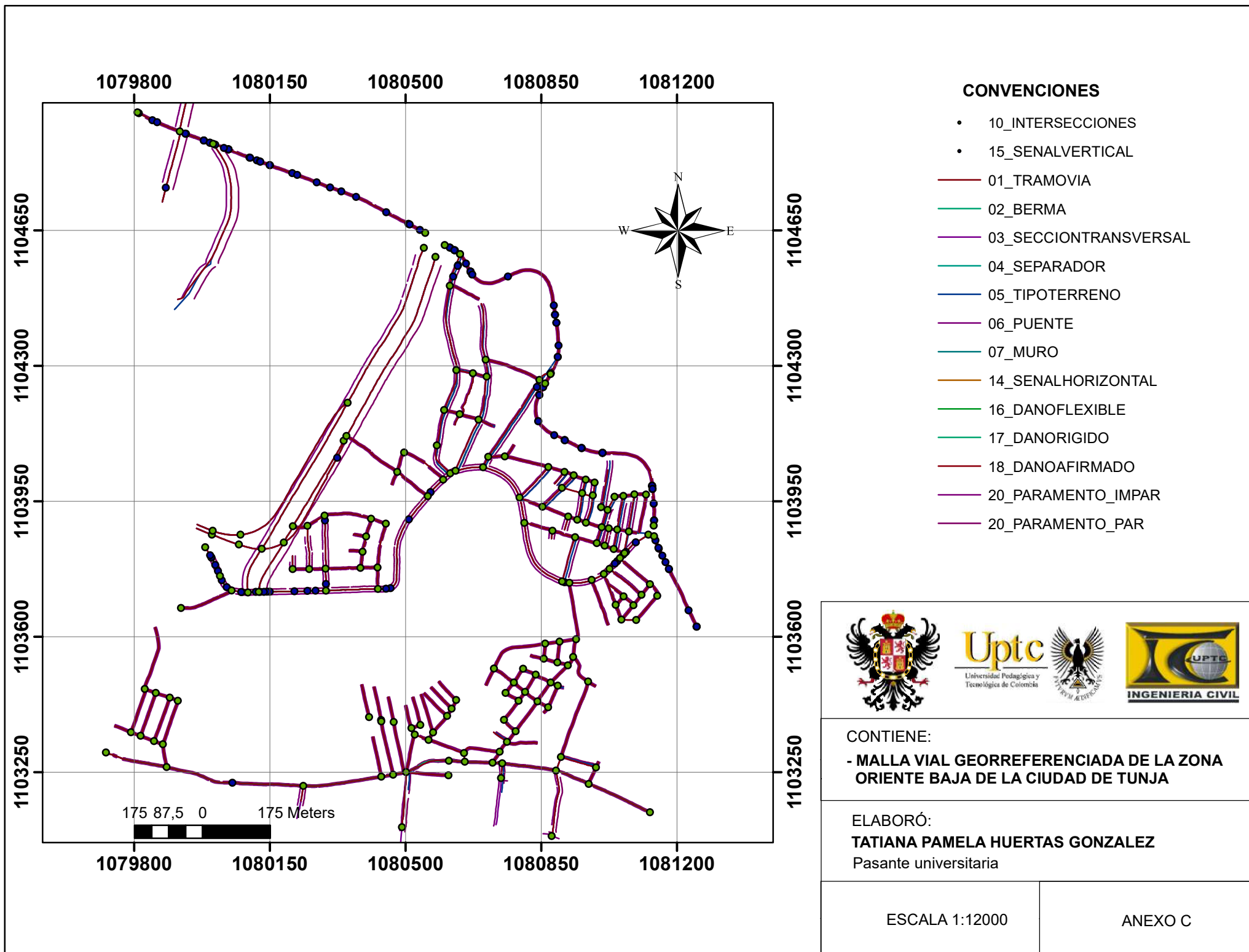
INVIAS, “Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles”. 2006. {En línea}. {15 de febrero de 2018} disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/974-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-flexibles/file>

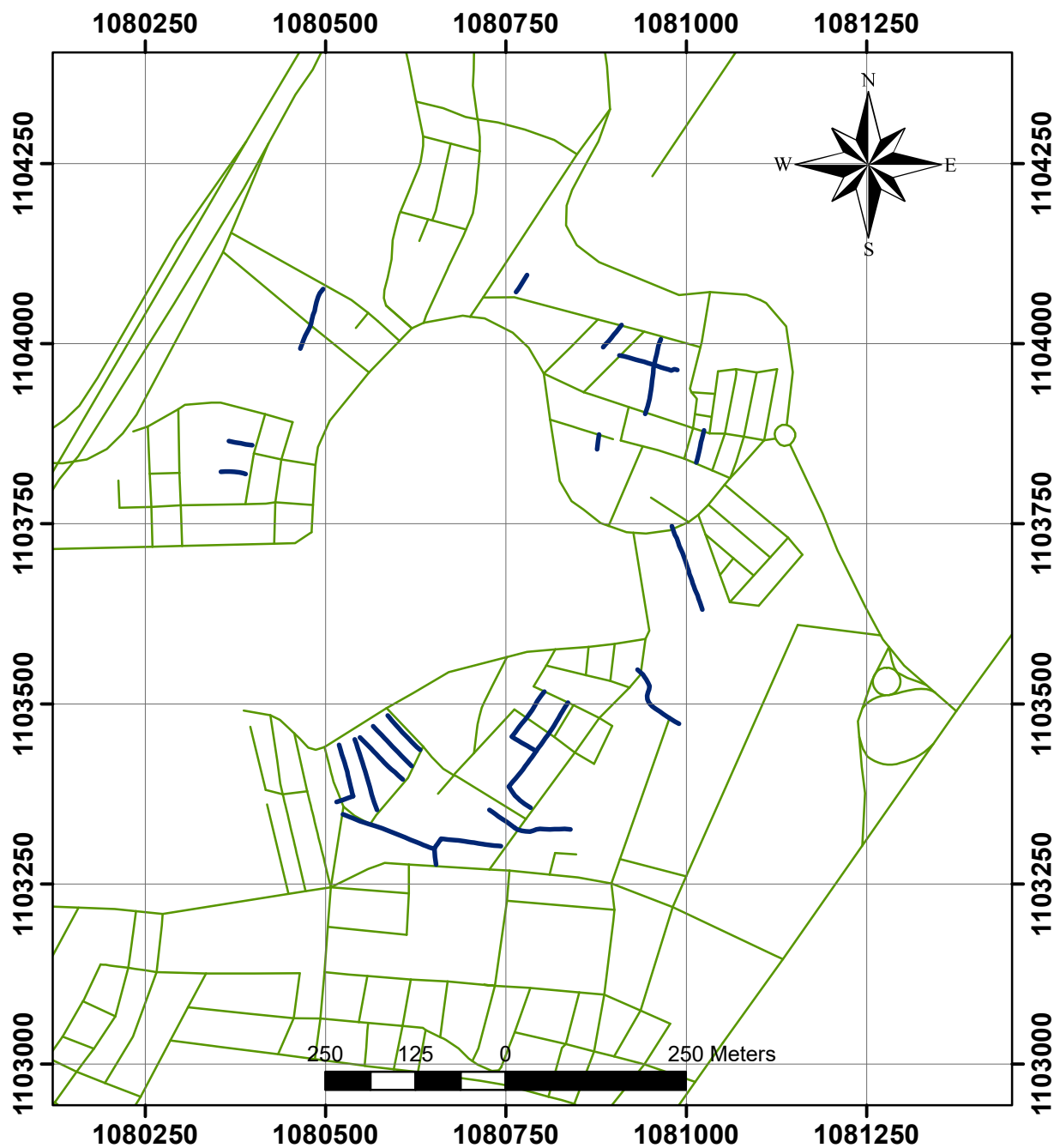
INVIAS, “Manual para la inspección visual de pavimentos rígidos”. 2006. {En línea}. {12 de febrero de 2018} disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/manuales-de-inspeccion-de-obras/664-manual-para-la-inspeccion-visual-de-pavimentos-rigidos/file>

# ANEXOS









### CONVENCIONES

- MALLA VIAL
- VÍAS NO EXISTENTES



**Uptc**  
Universidad Pedagógica y  
Tecnológica de Colombia



CONTIENE:

- MALLA VIAL GEORREFERENCIADA NO EXISTENTE  
DE LA ZONA ORIENTE DE LA CIUDAD DE TUNJA

ELABORÓ:

**TATIANA PAMELA HUERTAS GONZALEZ**

Pasante universitaria

ESCALA 1:9000

ANEXO G

